Microlog Microfiche Collection
Resolution Chart

Copyright

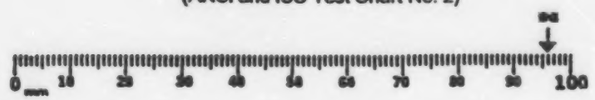
Copyright for the ***contents*** of this microfiche is held by the publisher of the original document. Please contact the original publisher for guidance in all copyright matters. Copyright in this ***microfiche edition*** is held by Micromedia Limited.

Quality of the Microfiche Reproduction

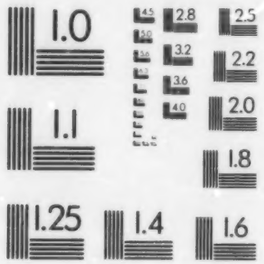
Micromedia Limited maintains the highest standards for micrographic reproduction. Attempts are made to obtain the best quality print version to microfilm. However, there are some printing styles, colours and graphic layout styles (including maps, graphs and tables) which do not reproduce well. Because of the value of the original document, Micromedia has filmed it recognizing that it may not be as easy to read as the original document.

Some pages have been filmed twice to improve the clarity of the reproduction. Consult both reproductions to ensure that all of the original text is read.

Microcopy Resolution Test Chart
National Bureau of Standards
Standard Reference Material 1010a
(ANSI and ISO Test Chart No. 2)



PM-1 3½"x4" PHOTOGRAPHIC MICROCOPY TARGET
NBS 1010a ANSI/ISO #2 EQUIVALENT



MS109

NATIONAL MICROGRAPHICS ASSOCIATION

24x

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street, Toronto, ON M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161

Collection MICROLOG sur Micromédia
Tableau de résolution

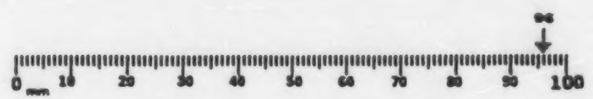
Droits d'auteurs

Les droits d'auteurs du conenu de cette microfiche sont détenus par l'éditeur du document original. Veuillez communiquer avec celui-ci pour obtenir des renseignements sur tout ce qui touche les droits d'auteurs. Les droits d'auteurs de cette édition sur microfiche sont détenus par Micromédia Limitée.

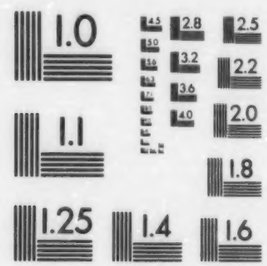
Qualité de reproduction sur microfiche

Micromédia Limitée maintient les normes de reproduction micrographique les plus élevées. Elle fait tout son possible pour obtenir la version sur papier à reproduire sur microfiche de la meilleure qualité possible. Cependant, certains styles d'imprimerie, de couleurs et de style de mise en page graphique (incluant des cartes, des grahiques et des tableaux) se reproduisent mal. En raison de la valeur du document original, Micromédia l'a reproduit tout en reconnaissant qu'il ne sera peut-être pas aussi lisable que le document original.

Tableau de résolution micrographique
National Bureau of Standards
Standard Reference Material 1010a
(ANSI and ISO Test Chart No. 2)



PM-1 3½"x4" PHOTOGRAPHIC MICROCOPY TARGET
NBS 1010a ANSI/ISO #2 EQUIVALENT



MS109

NATIONAL MICROGRAPHICS ASSOCIATION

24x

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street, Toronto, ON M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161

OEE

Office of Energy Efficiency
EnerGuide

Heating and Cooling with a Heat Pump

1 Home Heating and Cooling Series

Canada

ENERGUIDE

Heating and Cooling With a Heat Pump

Produced by the
Office of Energy Efficiency
EnerGuide

The Heating and Cooling series is published by the Office of Energy Efficiency's EnerGuide programs. EnerGuide is the official Government of Canada mark associated with the labelling and rating of the energy consumption or energy efficiency of household appliances, heating and ventilation equipment, air conditioners, houses and vehicles.

EnerGuide also helps manufacturers and dealers promote energy-efficient equipment, and provides consumers with the information they need to choose energy-efficient residential equipment.

Heating and Cooling with a Heat Pump

Rev. ed.

Canadian Cataloguing in Publication Data
The National Library of Canada has catalogued this publication as follows:
Heating and Cooling with a Heat Pump
(Home Heating and Cooling Series)
Issued also in French under title: Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe
ISBN 0-662-28634-0
Cat. No. M91-2/41-2000E

1. Heat pumps.
2. Dwellings – Heating and ventilation.
3. Dwellings – Energy conservation.
II. Canada. Natural Resources Canada

TH7638.H52 1994 697 C94-980265-4E

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2000

Revised January 2000
Aussi disponible en français sous le titre
Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

To receive additional copies of this publication, write to:
Energy Publications
Office of Energy Efficiency
c/o DLS
Ottawa, Ontario
K1A 0S7
Facsimile: (819) 994-1498
Toll-free: 1 800 387-2000

You can also view or order several of the Office of Energy Efficiency's publication online. Visit our Energy Publications Virtual Library at **http://oee.nrcan.gc.ca/infosource**
The Office of Energy Efficiency's Web site is at **http://oee.nrcan.gc.ca.**

Printed on recycled paper

101-06344/

Contents

Introduction 2

What is a Heat Pump and How Does it Work? 3

Coming to Terms with Heat Pumps 5

Air-Source Heat Pumps 8
- How Does an Air-Source Heat Pump Work? 10
- Parts of the System 13
- Energy Efficiency Considerations 14
- Other Selection Considerations 15
- Sizing Considerations 16
- Installation Considerations 17
- Operation Considerations 18
- Major Benefits of Air-Source Heat Pumps 19
- Maintenance 21
- Operating Costs 22
- Life Expectancy and Warranties 23

Ground-Source Heat Pumps (Earth-Energy Systems) ... 23
- How Does an Earth-Energy System Work? 24
- Parts of the System 26
- Energy Efficiency Considerations 27
- Sizing Considerations 28
- Design Considerations 29
- Installation Considerations 34
- Major Benefits of Earth-Energy Systems 34
- Maintenance 37
- Operating Costs 38
- Life Expectancy and Warranties 39

Heating Energy Cost Comparison: Heat Pump and Electric Heating Systems 39
- Factors Affecting Heating Cost Comparisons 39
- Comparison Results 42

Related Equipment 42
- Upgrading the Electrical Service 42
- Supplementary Heating Systems 43
- Conventional Thermostats 44
- Electronic Thermostats 45
- Heat Distribution Systems 46

Answers to Some Commonly Asked Questions 46

Need More Information? 49

Introduction

If you are exploring the heating and cooling options for a new house or looking for ways to reduce your energy bills, you may be considering a heat pump. A heat pump can provide year-round climate control for your home by supplying heat to it in the winter and cooling it in the summer. Some types can also provide supplementary hot water heating.

In general, using a heat pump alone to meet all your heating needs will not be economical. However, used in conjunction with a supplementary form of heating, such as an oil, gas, or electric furnace, a heat pump can provide reliable and economic heating in winter and cooling in summer. If you already have an oil or electric heating system, installing a heat pump may be an effective way to reduce your energy costs.

Nevertheless, it is important to consider all the benefits and costs before purchasing a heat pump. While heat pumps may have lower fuel costs in comparison with conventional heating systems, they are more expensive to buy. It is important to carefully weigh your anticipated fuel savings against the initial cost. It is also important to realize that heat pumps will be most economical when used all year round. Investing in a heat pump will make more sense if you are interested in both summer cooling and winter heating.

In addition to looking at cost, you should consider convenience. How much space will the equipment require? Will your supply of energy be interrupted on occasion? If so, how often? Will you need a new ducting system? How much servicing will the system need, and what will it cost?

Becoming fully informed about all aspects of home heating and cooling before making your final decision is the key to making the right choice. This booklet describes the most common types of heat pumps, and discusses the factors

involved in choosing, installing, operating, and maintaining a heat pump. A brief section on the cost of operating different types of heat pumps and a conventional electric heating systems is also included.

Energy Management in the Home

Heat pumps are very efficient heating and cooling systems and can significantly reduce your energy costs. However, there is little point in investing in an efficient heating system if your home is losing heat through poorly insulated walls, ceilings, windows, and doors, and by air leakage through cracks and holes.

In many cases, it makes good sense to reduce air leakage and upgrade thermal insulation levels before buying or upgrading your heating system. A number of publications explaining how to do this are available from Natural Resources Canada (see page 49).

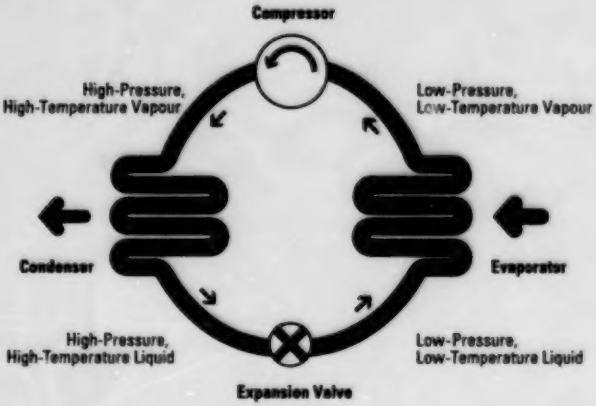
Summer Cooling May Add to Energy Bills

Heat pumps supply heat to the house in winter and cool the house in the summer. However, they require electricity to operate. If you add a heat pump to your heating system or convert from another fuel to a heat pump, and your old system was not equipped with central air conditioning, you will find that your electricity bills will be higher than before.

What is a Heat Pump and How Does it Work?

A heat pump is an electrical device that extracts heat from one place and transfers it to another. The heat pump is not a new technology; it has been used in Canada and around the world for decades. Refrigerators and air conditioners are both common examples of heat pumps.

Figure 1: Basic Heat Pump Cycle



Heat pumps transfer heat by circulating a substance called a refrigerant through a cycle of alternating evaporation and condensation (see **Figure 1**). A compressor pumps the refrigerant between two heat exchanger coils. In one coil, the refrigerant is evaporated at low pressure and absorbs heat from its surroundings. The refrigerant is then compressed en route to the other coil, where it condenses at high pressure. At this point, it releases the heat it absorbed earlier in the cycle.

Refrigerators and air conditioners are both examples of heat pumps operating only in the cooling mode. A refrigerator is essentially an insulated box with a heat pump system connected to it. The evaporator coil is located inside the box, usually in the freezer compartment. Heat is absorbed from this location and transferred outside, usually behind or underneath the unit where the condenser coil is located. Similarly, an air conditioner transfers heat from inside a house to the outdoors.

Nevertheless, the heat pump cycle is fully reversible, and heat pumps can provide year-round climate control for your home – heating in winter and cooling and dehumidifying in summer. Since the ground and air outside always contain some heat, a heat pump can supply heat to a house

even on cold winter days. In fact, air at –18°C contains about 85 percent of the heat it contained at 21°C.

The *air-source* heat pump, which absorbs heat from the outdoor air in winter and "dumps house" heat into outdoor air in summer, is the most common type found in Canadian homes at this time. However, *ground-source heat pumps* (also called earth-energy systems), which draw heat from the ground or ground water, are becoming more widely used, particularly in Ontario and Atlantic Canada.

Coming to Terms with Heat Pumps

Here are some common terms you'll come across while investigating heat pumps.

Heat Pump Components

The **refrigerant** is the substance which circulates through the heat pump, alternately absorbing, transporting, and releasing heat.

The **reversing valve** controls the direction of flow of the refrigerant in the heat pump.

A **coil** is a loop, or loops, of tubing where heat transfer takes place. The tubing may have fins to increase the surface area available for heat exchange.
The **evaporator** is a coil in which the refrigerant absorbs heat from its surroundings and boils to become a low-temperature vapour. As the refrigerant passes from the reversing valve to the compressor, the **accumulator** collects any excess liquid that didn't vaporize into a gas. Not all heat pumps, however, have an accumulator.

The **compressor** squeezes the molecules of the refrigerant gas together, increasing the temperature of the refrigerant.

The **condenser** is a coil in which the refrigerant gives off heat to its surroundings and becomes a liquid.

The **expansion device** releases the pressure created by the compressor. This causes the temperature to drop, and the refrigerant becomes a low-temperature vapour/liquid mixture.

The **plenum** is an air compartment which forms part of the system for distributing heated or cooled air through the house. It is generally a large compartment immediately above the heat exchanger.

Other Terms

A **Btu/h,** or British thermal unit per hour, is a measure of the heat output of a heating system. One Btu is the amount of heat energy given off by a typical birthday candle. If this heat energy were released over the course of one hour, it would be the equivalent of one Btu/h.

Heating **degree days** are a measure of the severity of the weather. One degree day is counted for every degree that the average daily temperature is below the base temperature of 18°C. For example, if the average temperature on a particular day was 12°C, six degree days would be credited to that day. The annual total is calculated by simply adding the daily totals.

A **kW**, or kilowatt, is equal to 1 000 watts. This is the amount of power required by ten 100-watt light bulbs.

A **ton** is a measure of heat pump capacity. It is equivalent to 3.5 kW or 12 000 Btu/h.

The **coefficient of performance (COP)** is a measure of a heat pump's efficiency. It is determined by dividing the energy output of the heat pump by the electrical energy needed to run the heat pump, at a specific temperature. The higher the COP, the more efficient the heat pump.

This number is comparable to the steady-state efficiency of oil- and gas-fired furnaces.

The **heating seasonal performance factor (HSPF)** is a measure of the total heat output in Btu of a heat pump over the entire heating season divided by the total energy in watt hours it uses during that time. This number is similar to the seasonal efficiency of a fuel-fired heating system and includes energy for supplementary heating. Weather data characteristic of long-term climatic conditions are used to represent the heating season.

The **energy efficiency ratio (EER)** measures the steady-state cooling efficiency of a heat pump. It is determined by dividing the cooling capacity of the heat pump in Btu/h by the electrical energy input in watts at a specific temperature. The higher the EER, the more efficient the unit.

The **seasonal energy efficiency ratio (SEER)** is a measurement of the cooling efficiency of the heat pump over the entire cooling season. It is determined by dividing the total cooling provided over the cooling season in Btu by the total energy used by the heat pump during that time in watt hours. The SEER is based on a climate with an average summer temperature of 28°C.

The **balance point** is the temperature at which the amount of heating provided by the heat pump equals the amount of heat lost from the house. This is the point at which the heat pump meets the full heating needs of the house. Below this point, supplementary heat is required.
The **economic balance point** is the temperature at which the cost of heat energy supplied by the heat pump equals the cost of heat supplied by a supplementary heating system.

Certification and Standards

The Canadian Standards Association (CSA) currently verifies all heat pumps for electrical safety. A performance

standard specifies tests and test conditions at which heat pump heating and cooling capacities and efficiency are determined. The performance testing standard for air source heat pumps is CSA C273.3-M1991. CSA has also published an installation standard for add-on air-source heat pumps (CSA C273.5-1980).

The Canadian Earth Energy Association (CEEA) has worked with CSA to publish standards to test the efficiency of ground-source heat pumps, and to ensure that they are installed properly. These standards are CSA C446-1990 and C445-1992, respectively. Minimum efficiency standards are stipulated in both the air-source and ground-source performance standards, and in some jurisdictions in Canada these levels are currently regulated.

Efficiency Terminology

The efficiency ratings for different types of heat pumps use different terminology. For example, air-source heat pumps have **seasonal** heating and cooling ratings. The heating rating is the HSPF; the cooling rating is the SEER. Both are defined above. However, in the manufacturers' catalogues you may still see COP or EER ratings. These are steady-state ratings obtained at one set of temperature conditions and are not comparable to the HSPF or SEER ratings.

Earth-energy systems use only COP and EER ratings. Again, these ratings only hold for one temperature condition and cannot be directly used to imply performance in an application. In the section of this booklet titled "Major Benefits of Earth-Energy Systems" (see page 34), the COP ratings were used in a calculational procedure to estimate HSPF in different regions across Canada. HSPFs are not typically used to express the efficiency of earth-energy systems, but are only used here to enable a comparison with air-source heat pumps.

Air-Source Heat Pumps

Air-source heat pumps draw heat from the outside air during the heating season and "dump" heat outside during the summer cooling season.

There are two types of air-source heat pumps. The most common is the *air-to-air* heat pump. It extracts heat from the air and then transfers it to either inside or outside your home depending on the season.

The other type is the *air-to-water* heat pump, which is used in homes with hydronic heat distribution systems. During the heating season, the heat pump takes heat from the outside air and then transfers it to the water in the hydronic distribution system. If cooling is provided, the process is reversed during the summer: the heat pump extracts heat from the water in the home's distribution system and "pumps" it outside to cool the house. These systems are still quite rare, and many don't provide cooling; therefore most of the following discussion focuses on air-to-air systems.

More recently, ductless minisplit heat pumps have been introduced to the Canadian market. They are ideal for retrofit to homes with hydronic or electric resistance baseboard heating. They are wall-mounted, free air delivery units which can be installed in individual rooms of a house. Up to three separate indoor wall-mounted units can be served by one outdoor section.

Air-source heat pumps can be either *add-on*, *all-electric*, or *bi-valent*. Add-on heat pumps are designed to be used with another source of supplementary heat, such as an oil, gas, or electric furnace. All-electric air-source heat pumps come equipped with their own supplementary heating system in the form of electric-resistance heaters. Bi-valent heat pumps are a special type, developed in Canada, that use a gas or propane fired burner to increase the temperature of the air entering the outdoor coil. This allows these units to operate at lower outdoor temperatures.

Air-source heat pumps are also used in some home ventilation systems to recover heat from outgoing stale air, and transfer it to incoming fresh air or to the domestic hot water.

How Does an Air-Source Heat Pump Work?

The air-source heat pump has three cycles: the heating cycle, the cooling cycle, and the defrost cycle.

The Heating Cycle

During the heating cycle, heat is extracted from outdoor air and "pumped" indoors.

- First, the liquid refrigerant passes through the expansion device, changing to a low-pressure liquid/vapour mixture. It then goes to the outdoor coil, which acts as the evaporator coil. The liquid refrigerant absorbs heat from the outdoor air and boils, becoming a low-temperature vapour.

- The reversing valve sends this vapour to the accumulator, which collects any remaining liquid before the vapour passes to the compressor. The vapour is then compressed, reducing its volume and causing it to heat up.

- Finally, the reversing valve sends the gas, which is now hot, to the indoor coil, which acts as the condenser. The heat from the hot gas is transferred to the indoor air, causing the refrigerant to condense into a liquid. This liquid returns to the expansion device and the cycle is repeated.

The ability of the heat pump to transfer heat from the outside air to the house depends on the outdoor temperature. As this temperature drops, so does the ability of the heat pump to absorb heat (the unit's capacity).

At the outdoor ambient *balance point* temperature, the heat pump's capacity is equal to the heat loss of the house.

Below this outdoor ambient temperature, the heat pump cannot supply all the heat required to keep the living space comfortable, and supplementary heaters must be used.

When the heat pump is operating in the heating mode without any supplementary heat, the air leaving it will be cooler than air leaving a furnace. Furnaces generally deliver air to the living space at between 55°C and 60°C. Heat pumps provide air in larger quantities at about 29°C to 43°C.

The Cooling Cycle

The cycle described above is reversed to cool the house during the summer. The unit takes heat out of the indoor air and dumps it outside.

- As in the heating cycle, the liquid refrigerant passes through the expansion device, changing to a low-pressure liquid/vapour mixture. It then goes to the *indoor* coil, which acts as the evaporator. The liquid refrigerant absorbs heat from the indoor air and boils, becoming a low-temperature vapour.

- The reversing valve sends this vapour to the accumulator, which collects any remaining liquid, and then to the compressor. The vapour is then compressed, reducing its volume and causing it to heat up.

- Finally, the reversing valve sends the gas, which is now hot, to the *outdoor* coil, which acts as the condenser. The heat from the hot gas is transferred to the outdoor air causing the refrigerant to condense into a liquid. This liquid returns to the expansion device and the cycle is repeated.

During the cooling cycle, the heat pump also dehumidifies the indoor air. Moisture in the air passing over the indoor coil condenses on the coil's surface and is collected in a pan at the bottom of the coil. A condensate drain connects this pan to the house drain.

The Defrost Cycle

If the outdoor temperature falls to near or below freezing when the heat pump is operating in the heating mode, moisture in the air passing over the outside coil will condense and freeze on it. The amount of frost build-up depends on the outdoor temperature and the amount of moisture in the air.

This frost build-up decreases the efficiency of the coil by reducing its ability to transfer heat to the refrigerant. At some point, the frost must be removed. To do this, the heat pump will switch into the defrost mode.

- First, the reversing valve switches the device to the cooling mode. This sends hot gas to the outdoor coil to melt the frost. At the same time the outdoor fan, which normally blows cold air over the coil, is shut off in order to reduce the amount of heat needed to melt the frost.

- While this is happening, the heat pump is dumping cool air into the house. The supplementary heating system can be used to warm this air before it is distributed throughout the house.

One of two methods is used to determine when the unit goes into defrost mode. *Demand-frost* controls monitor airflow, refrigerant pressure, air or coil temperature, and pressure differential across the outdoor coil to detect frost accumulation on the outdoor coil.

Time-temperature defrost is started and ended by a preset interval timer or a temperature sensor located on the outside coil. The cycle can be initiated every 30, 60, or 90 minutes depending on the climate and the design of the system.

Unnecessary defrost cycles reduce the seasonal performance of the heat pump. As a result, the demand-frost method is generally more efficient since it starts the defrost cycle only when it is required.

Figure 2a: Components of an Air-source Heat Pump (Heating Cycle)

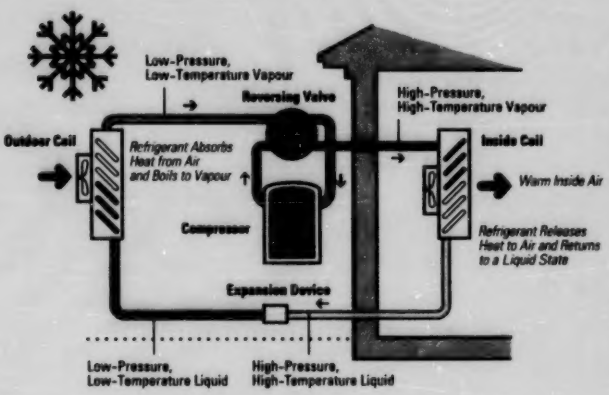
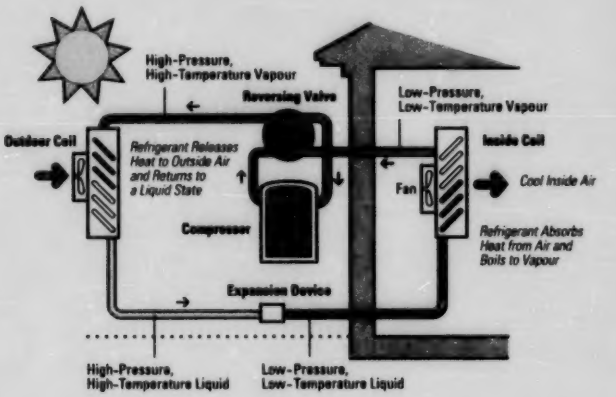


Figure 2b: Components of an Air-source Heat Pump (Cooling Cycle)

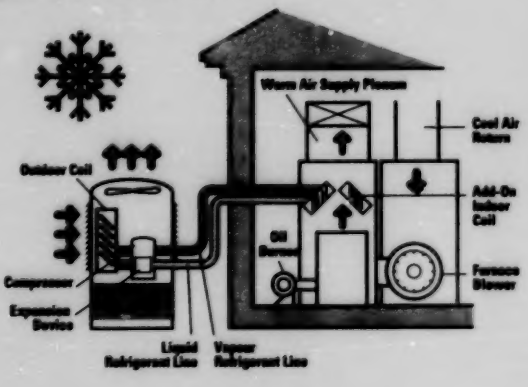


Parts of the System

The components of an air-source heat pump are shown in **Figure 2a** and **2b**. In addition to the indoor and outdoor coils, the reversing valve, the expansion device, the compressor, and the piping, the system has fans that blow air over the coils and a supplementary heat source. The compressor can be located indoors or outdoors.

If the heat pump is all-electric, supplementary heat will be supplied by a series of resistance heaters located in the main air-circulation space or plenum downstream of the heat pump indoor coil. If the heat pump is an add-on unit (see **Figure 3**), the supplementary heat will be supplied by a furnace. The furnace may be electric, oil, natural gas, or propane. The indoor coil of the heat pump is located in the air plenum, usually just above the furnace. See the section titled "Supplementary Heating Systems" on page 43 for a description of the operation of the heat pump and furnace. In the case of a ductless minisplit heat pump, supplementary heat can be provided by the existing hydronic or electric resistance baseboard heaters.

Figure 3: Add-On Heat Pump



Energy Efficiency Considerations

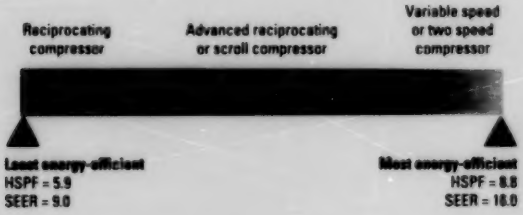
The annual cooling efficiency (SEER) and heating efficiency (HSPF) of an air-source heat pump are affected by the manufacturer's choice of features. At the time of this publication, the SEER of air-source heat pumps ranges from a minimum of 9 to a maximum of about 16. The HSPF for the same units ranges from a minimum of 5.9 to a maximum of 8.8, for a Region V climate as required in CSA C273.3-91. Region V has a climate very similar to that of Ottawa.

The minimum efficiency levels above are regulated in a number of jurisdictions. These levels represent a 5 to 10 percent improvement over the average sales-weighted efficiency from only a few years ago. More efficient compressors, larger heat exchanger surfaces, improved refrigerant flow, and other controls were largely responsible for these gains. Today, new developments in compressors, motors, and controls have pushed the limits of efficiency even higher.

More advanced compressor designs by different manufacturers (advanced reciprocating, scroll, variable-speed or two-speed compressors combined with current best heat exchanger and control designs) permit SEERs as high as 16 and HSPFs of up to 8.8 for Region V.

At the lower efficiency end of the range, air-source heat pumps are characterized as having single-speed reciprocating compressors. Higher efficiency units generally incorporate scroll or advanced reciprocating compressors, with no other apparent design differences. Heat pumps with the highest SEERs and HSPFs invariably use variable or two-speed scroll compressors.

Figure 4: Air-source Heat Pump Efficiency (Region V)



Other Selection Considerations

Select a unit with as high an HSPF, for Region V, as practical. For units with comparable HSPF ratings, check their steady-state ratings at –8.3°C, the low temperature rating. The unit with the higher value will be the most efficient in most regions of Canada.

Select a unit with a demand defrost control. This minimizes defrost cycles (system reversals are hard on the machine), which reduces supplementary and heat pump energy use.

The sound rating is a tone corrected, A-weighted sound power level, expressed in bels. Select a heat pump with an outdoor sound rating in the vicinity of 7.6 bels or lower if possible. The sound rating is an indicator of the sound power level of the heat pump outdoor unit. The lower the value, the lower the sound power emitted by the outdoor unit. These ratings are available from the manufacturer and are published by the Air Conditioning and Refrigeration Institute (ARI), 4301 North Fairfax Drive, Arlington, Virginia, U.S.A. 22203.

Sizing Considerations

Heating and cooling loads should be determined using a recognized sizing method such as CSA-F280-M90, "Determining the Required Capacity of Residential Space Heating and Cooling Appliances."

While a heat pump can be sized to provide all of the heat required by a house, this is not generally a good idea. In Canada, heating loads are larger than cooling loads. If the heat pump is sized to match the heating load, it will be too large for the cooling requirement, and will operate only intermittently in the cooling mode. This may result in reduced performance, and may impair the unit's ability to provide dehumidification in the summer.

Also, as the outdoor air temperature drops, so does the efficiency of an air-source heat pump. Consequently, it doesn't make economic sense to try to meet all your heating needs with an air-source heat pump.

As a rule of thumb, an air-source heat pump should be sized to provide no more than 125 percent of the cooling load. A heat pump selected in this manner would meet

about 80 to 90 percent of the annual heating load depending on climate zone. A heat pump sized in this manner would have a balance point between 0°C and –5°C. This generally results in the best combination of cost and seasonal performance.

Installation Considerations

In installing any kind of heat pump, it is most important that the contractor follow manufacturers' instructions carefully. The following are general guidelines which should be taken into consideration when installing an air-source heat pump:

- For any natural gas, oil, or wood furnace, the heat pump coil should be installed on the warm (downstream) side of the furnace.
- If a heat pump is added to an electric furnace, the heat pump coil can usually be placed on the cold (upstream) side of the furnace for greatest efficiency.
- The outdoor unit should be protected from high winds, which may reduce efficiency by causing defrost problems. At the same time, it should be placed so that outdoor air is not recirculated over the coil.
- To prevent snow from blocking air flow over the coil and to permit defrost water drainage, the unit should be placed on a stand that raises it 30 to 60 cm (12 to 24 in.) above the ground. The stand should be anchored to a concrete pad, which in turn should sit on a bed of gravel to enhance drainage. Alternatively, the unit might be mounted from the wall of the house on a suitably constructed frame.
- It may be advisable to locate the heat pump outside the drip-line of the house (the area where water drips off the roof) to prevent ice and water from falling on it, which could reduce airflow or cause fan or motor damage.
- The pan under the inside coil must be connected to the interior house floor drain, to ensure that the condensate which forms on the coil drains properly.

- The heat pump should be placed so that a serviceperson has enough room to work on the unit.
- Refrigerant lines should be as short and straight as possible. It is a good idea to place them in an insulated conduit to minimize unwanted heat loss and to prevent condensation.
- Fans and compressors make noise. Locate the outdoor unit away from windows and adjacent buildings. Some units also make noise when the vibrate. You can reduce this by selecting quiet equipment or by mounting the unit on a noise-absorbing base.
- Ductwork must be installed in homes that don't have an existing air distribution system. Heat pump systems generally require larger duct sizes than other central heating systems, so existing ducting may have to be modified. For proper heat pump operation, airflow should be 50 to 60 litres per second (L/s) per kW, or 400 to 450 cubic feet per minute (cfm) per ton of cooling capacity.

The cost of installing an air-source heat pump varies depending on the type of system and the existing heating equipment. Costs will be higher if the ductwork has to be modified, or if you need to upgrade your electrical service to deal with the increased electrical load.

Operation Considerations

The indoor thermostat should be set at the desired comfort temperature (20°C) and not readjusted.

Continuous indoor fan operation can degrade heat pump performance unless a high-efficiency variable-speed fan motor is used. Operate the system on the "auto" fan setting on the thermostat.

Heat pumps have longer operation times than conventional furnaces because their heating capacity is considerably lower.

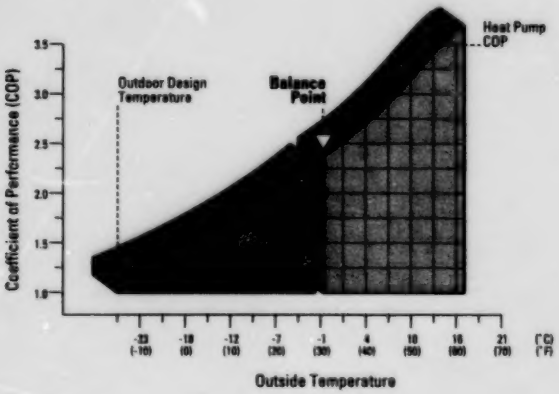
Major Benefits of Air-Source Heat Pumps

Efficiency

At 10°C, the coefficient of performance (COP) for air-source heat pumps is typically about 3. This means that 3 kWh of heat are transferred for every kWh of electricity supplied to the heat pump. At –8.3°C, the COP is typically two.

The COP decreases with temperature because it is more difficult to extract heat from cooler air. **Figure 5** shows how the COP is affected by cooler air temperature. Note, however, that the heat pump compares favorably with electric resistance heating (COP of 1.0) even when the temperature falls to –15°C.

Figure 5: Performance Characteristics of a Typical Air-Source Heat Pump



Air-source heat pumps have heating seasonal performance factors (HSPFs) which vary from 5.9 to 8.8 (Region V) depending on their location in Canada. **Figure 6** shows the HSPFs of air-source heat pumps operating in various regions in Canada. For the purpose of this booklet, we have identified three regions where it would be viable to use air-source heat pumps. The first region is the West Coast, characterized as mild with high heat pump perfor-

mance. The second region – Ontario, Nova Scotia and interior British Columbia – is colder, and requires intermediate heat pump performance. The third region includes colder regions in British Columbia, Alberta, Ontario, Quebec, New Brunswick, Nova Scotia, Prince Edward Island and Newfoundland. Outside these regions, air-source heat pumps have lower HSPFs and are not economically attractive.

Figure 6: Heating Seasonal Performance Factors (HSPF) for Air-source Heat Pumps in Canada

HSPF 7.7 to 9.5
Chilliwack, B.C.
Nanaimo, B.C.
Richmond, B.C.
Vancouver, B.C.
Victoria, B.C.

HSPF 6.6 to 8.8
Kelowna, B.C.
Nelson, B.C.
Penticton, B.C.
Chatham, Ont.
Hamilton, Ont.
Niagara Falls, Ont.
Toronto, Ont.
Windsor, Ont.
Halifax, N.S.
Yarmouth, N.S.

HSPF 5.9 to 6.9
Kamloops, B.C.
Prince Rupert, B.C.
Lethbridge, Alta.
Medicine Hat, Alta.
Maple Creek, Sask.
Barrie, Ont.
Kingston Ont.
Kitchener, Ont.
London, Ont.
North Bay, Ont.
Ottawa, Ont.
Sault Ste. Marie, Ont.
Sudbury, Ont.
Montreal, Que.
Quebec, Que.
Sherbrooke, Que.
Moncton, N.B.
Saint John, N.B.
Amherst, N.S.
Sydney, N.S.
Charlottetown, P.E.I.
Grand Bank, Nfld.
St. John's, Nfld.

Energy Savings

You may be able to reduce your heating costs up to 50 percent if you convert an electric furnace to an all-electric air-source heat pump. Your actual savings will vary, depending on factors such as local climate, the efficiency of your current heating system, the cost of fuel and electricity, and the size and HSPF of the heat pump installed.

More advanced designs of air-source heat pumps are able to provide domestic water heating. Such systems are called "integrated" units because heating of domestic water has been integrated with a house space-conditioning system. Hot-water heating can be provided with high-efficiency in this way. Water heating bills can be reduced by 25 to 50 percent.

Maintenance

Proper maintenance is critical to ensure that your heat pump operates efficiently and has a long service life. You can do some of the simple maintenance yourself, but you may also want to have a competent service contractor do an annual inspection of your unit. The best time to service your unit is at the end of the cooling season, prior to the start of the next heating season.

- *Filter and coil* maintenance has a dramatic impact on system performance and service life. Dirty filters, coils, and fans reduce air flow through the system. This reduces system performance, and can lead to compressor damage if it continues for extended periods of time.

Filters should be inspected monthly and cleaned or replaced as required by the manufacturer's instructions. The coils should be vacuumed or brushed clean at regular intervals as indicated in the manufacturer's instruction booklet. The outdoor coil may be cleaned using a garden hose. While cleaning filters and coils, look for symptoms of other potential problems such as those described on the following page.

- The *fan* should be cleaned and the fan motor should be lubricated annually to ensure that it provides the airflow required for proper operation. The fan speed should be checked at the same time. Incorrect pulley settings, loose fan belts, or incorrect motor speeds can all contribute to poor performance.
- *Ductwork* should be inspected and cleaned as required to ensure that air flow is not restricted by loose insulation, abnormal buildup of dust, or any other obstacles which occasionally find their way through the grilles.
- Be sure that *vents and registers* are not blocked by furniture, carpets, or other items that can block airflow. As noted earlier, extended periods of inadequate airflow can lead to compressor damage.

You will need to hire a competent service contractor to do more difficult maintenance such as checking the refrigerant level, and making electrical or mechanical adjustments.

Service contracts are similar to those for oil and gas furnaces. But heat pumps are more sophisticated than conventional equipment and, therefore, can have higher average service costs. A Canadian Electrical Association survey found that the cost of service contracts, which generally cover the two- to five-year period following the expiration of the manufacturer's warranty, was less than $100 per year. The same survey also indicated that maintenance costs averaged less than $50 per year.

Operating Costs

The energy costs of a heat pump can be lower than those of other heating systems, particularly of an electric system.

However, the relative savings will depend on whether you are currently using electricity, oil, propane, or natural gas, and on the relative costs of different energy sources in your area. By running a heat pump, you will use less gas or oil,

but more electricity. If you live in an area where electricity is expensive, or fuel is relatively inexpensive, your operating costs may be higher. Depending on these factors, the pay-back period for investment in an air-source heat pump could be anywhere from a few years to a decade or more. Later in this booklet, heating energy cost comparisons between air-source and ground-source heat pumps and an electric heating systems will be made.

Life Expectancy and Warranties

Air-source heat pumps have a service life of between 15 and 20 years. The compressor is the critical component of the system.

Most heat pumps are covered by a one-year warranty on parts and labour, and an additional five-year warranty on the compressor (for parts only). However, warranties vary between manufacturers, so be sure to check the fine print.

Ground-Source Heat Pumps (Earth-Energy Systems)

A ground-source heat pump uses the earth or ground water or both as the sources of heat in the winter, and as the "sink" for heat removed from the home in the summer. For this reason, ground-source heat pump systems have come to be known as earth-energy systems (EESs). Heat is removed from the earth through a liquid, such as ground water or an antifreeze solution, upgraded by the heat pump, and transferred to indoor air. During summer months, the process is reversed: heat is extracted from indoor air and transferred to the earth through the ground water or antifreeze solution. A direct-expansion (DX) earth-energy system uses refrigerant in the ground-heat exchanger, instead of an antifreeze solution.

Earth-energy systems are available for use with both forced-air and hydronic heating systems. They can also be designed and installed to provide heating only, heating with "passive" cooling, or heating with "active" cooling. Heating-only systems do not provide cooling. Passive-cooling systems provide cooling by pumping cool water or antifreeze through the system without using the heat pump to assist the process. Active cooling is provided as described below.

How Does an Earth-Energy System Work?

All EESs have two parts: a circuit of underground piping outside the house, and a heat pump unit inside the house. Unlike the air-source heat pump, where one heat exchanger (and frequently the compressor) is located outside, the entire ground-source heat pump unit is located inside the house.

The outdoor piping system can be either an *open system* or *closed loop*. An open system takes advantage of the heat retained in an underground body of water. The water is drawn up through a well directly to the heat exchanger, where its heat is extracted. The water is discharged either to an above-ground body of water, such as a stream or pond, or back to the underground water body through a separate well.

Closed-loop systems collect heat from the ground by means of a continuous loop of piping buried underground. An antifreeze solution (or refrigerant in the case of a DX earth-energy system), which has been chilled by the heat pump's refrigeration system to several degrees colder than the outside soil, circulates through the piping, absorbing heat from the surrounding soil.

The Heating Cycle

In the heating cycle, the ground water, the antifreeze mixture, or refrigerant (which has circulated through the underground piping system and picked up heat from the soil), is brought back to the heat pump unit inside the

house. It then passes through the refrigerant-filled primary heat exchanger for ground water or antifreeze mixture systems. In DX systems the refrigerant enters the compressor directly, with no intermediate heat exchanger.

The heat is transferred to the refrigerant, which boils to become a low-temperature vapour. In an open system, the ground water is then pumped back out and discharged into a pond or down a well. In a closed-loop system, the antifreeze mixture or refrigerant is pumped back out to the underground piping system to be heated again.

The reversing valve sends the refrigerant vapour to the compressor. The vapour is then compressed which reduces its volume, causing it to heat up.

Finally, the reversing valve sends the now-hot gas to the condenser coil, where it gives up its heat. Air is blown across the coil, heated, and then forced through the ducting system to heat the home. Having given up its heat, the refrigerant passes through the expansion device, where its temperature and pressure are dropped further before it returns to the first heat exchanger, or to the ground in a DX system, to begin the cycle again.

Domestic Hot Water

In some EESs, a heat exchanger, sometimes called a "desuperheater", takes heat from the hot refrigerant after it leaves the compressor. Water from the home's water heater is pumped through a coil ahead of the condenser coil, in order that some of the heat that would have been dissipated at the condenser is used to heat water. Excess heat is always available in the cooling mode, and is also available in the heating mode during mild weather when the heat pump is above the balance point and not working to full capacity. Other EESs heat domestic hot water (DHW) on demand: the whole machine switches to heating DHW when it is required.

Hot water heating is easy with EESs because the compressor is located inside. Because EESs have relatively constant heating capacity, they generally have many more hours of surplus heating capacity than required for space heating.

Cooling Cycle

The cooling cycle is basically the reverse of the heating cycle. The direction of the refrigerant flow is changed by the reversing valve. The refrigerant picks up heat from the house air and transfers it directly in DX systems or to the ground water or antifreeze mixture. The heat is then pumped outside, into a water body or return well (in the case of an open system), or into the underground piping (in the case of a closed-loop system). Once again, some of this excess heat can be used to preheat domestic hot water.

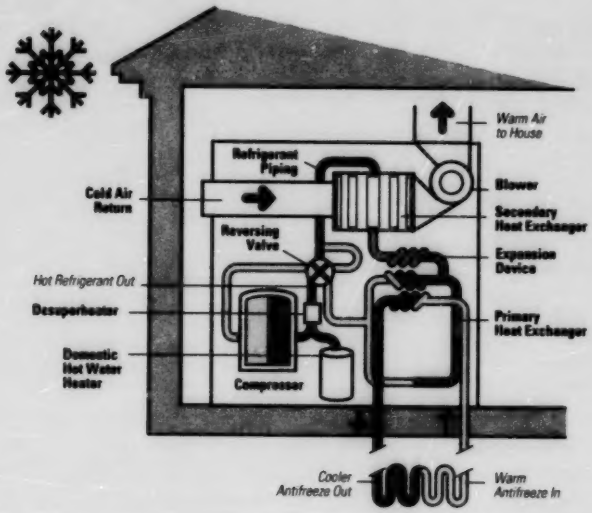
Unlike air-source heat pumps, EESs do not require a defrost cycle. Temperatures underground are much more stable than air temperatures, and the heat pump unit itself is located inside; therefore, the same problems with frost do not arise.

Parts of the System

As shown in **Figure 7**, earth-energy systems have three main components: the heat pump unit itself, the liquid heat exchange medium (open system or closed loop), and the air delivery system (ductwork).

Ground-source heat pumps are designed in different ways. Self-contained units combine the blower, compressor, heat exchanger, and condenser coil in a single cabinet. Split systems allow the coil to be added to a forced-air furnace, and use the existing blower and furnace.

Figure 7: Components of a Typical Ground-Source Heat Pump



Energy Efficiency Considerations

As with air-source heat pumps, earth-energy systems are available with widely varying efficiency ratings. Earth-energy systems intended for ground-water or open-system applications have heating COP ratings ranging from 3.0 to 4.0, and cooling EER ratings between 11.0 and 17.0. Those intended for closed-loop applications have heating COP ratings between 2.5 and 4.0, while EER ratings range from 10.5 to 20.0.

The minimum efficiency in each range is regulated in the same jurisdictions as the air-source equipment. There has been a dramatic improvement in the efficiency of earth-energy systems efficiency over the past five years. Today, the same new developments in compressors, motors, and controls that are available to air-source heat pump manufacturers are resulting in higher levels of efficiency for earth-energy systems.

In the lower to middle efficiency range, earth-energy systems use single-speed rotary or reciprocating compressors, relatively standard refrigerant-to-air ratios, but oversized enhanced-surface refrigerant-to-water heat exchangers. Mid-range efficiency units employ scroll compressors or advanced reciprocating compressors. Units in the high-efficiency range tend to use two-speed compressors or variable speed indoor fan motors or both, with more or less the same heat exchangers.

Figure 8: Open System Earth-Energy System Efficiency (at an entering water temperature of 10°C)

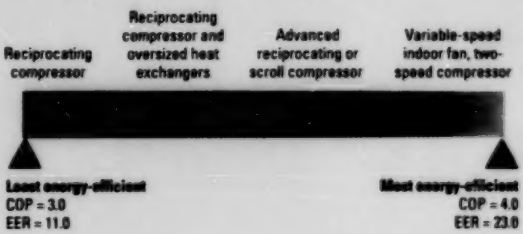
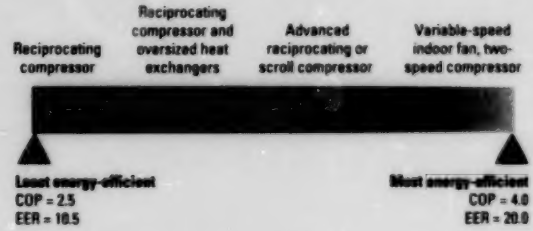


Figure 9: Closed-Loop Earth-Energy System Efficiency (at an entering antifreeze water temperature of 0°C)



Sizing Considerations

Unlike the outside air, the temperature of the ground remains fairly constant. As a result, the potential output of an EES varies little throughout the winter. Since the EES's output is relatively constant, it can provide almost all the space heating requirement – with enough capacity left to provide hot water heating as an "extra."

As with air-source heat pump systems, it is not generally a good idea to size an EES to provide all of the heat required by a house. For maximum cost-effectiveness, an EES should be sized to meet 60 to 70 percent of the total maximum "demand load" (the total space heating and water heating requirement). The occasional peak heating load during severe weather conditions can be met by a supplementary heating system. A system sized in this way will in fact supply about 95 percent of the total energy used for space heating and hot water heating.

EESs with variable speed or capacity are available in two-speed compressor configurations. This system can meet all cooling loads and most heating loads on low speed, with high speed required only during high heating loads.

A variety of sizes of EESs are available to suit the Canadian climate. Units range in size from 0.7 kW to 35 kW (2 400 to 120 000 Btu/h), and include domestic hot water (DHW) options.

Design Considerations

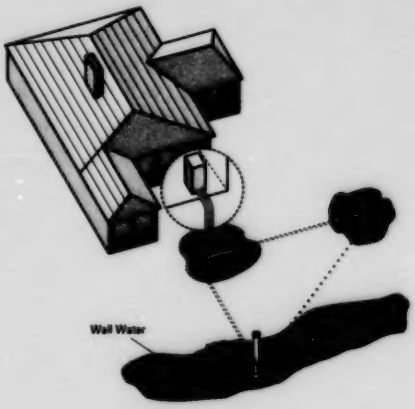
Unlike air-source heat pumps, EESs require that a well or loop system be designed to collect and dissipate heat underground.

Open Systems

As noted, an open system (see **Figure 10**) uses ground water from a conventional well as a heat source. The ground water is pumped into the heat pump unit, where heat is extracted. Then, the "used" water is released in a stream, pond, ditch, drainage tile, river, or lake. This process is often referred to as the "open discharge" method. (This may not be acceptable in your area. Check with local authorities.)

Another way to release the used water is through a rejection well, which is a second well that returns the water to the ground. A rejection well must have enough capacity to dispose of all the water passed through the heat pump, and

Figure 10: Open System Using Groundwater From a Well as a Heat Source



should be installed by a qualified well driller. If you have an extra existing well, your heat pump contractor should have a well driller ensure that it is suitable for use as a rejection well. Regardless of the approach used, the system should be designed to prevent any environmental damage. The heat pump simply removes or adds heat to the water; no pollutants are added. The only change in the water returned to the environment is a slight increase or decrease in temperature.

The size of the heat pump unit and the manufacturer's specifications will determine the amount of water that is needed for an open system. The water requirement for a specific model of heat pump is usually expressed in litres per second (L/s) and is listed in the specifications for that unit. The average heat pump unit of 10 kW (34 000 Btu/h) capacity tends to use 0.45 to 0.75 L/s while operating.

Your well and pump combination should be large enough to supply the water needed by the heat pump in addition to your domestic water requirements. You may need to enlarge your pressure tank or modify your plumbing to supply adequate water to the heat pump.

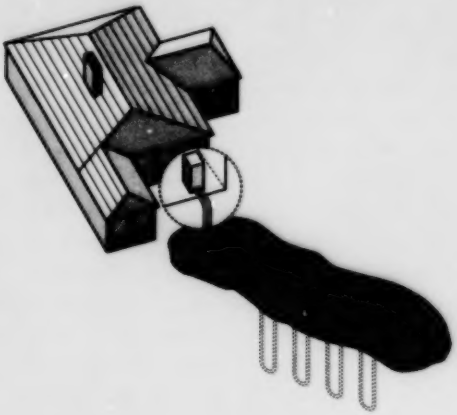
Poor water quality can cause serious problems in open systems. You should not use water from a spring, pond, river, or lake as a source for your heat pump system unless it has been proven to be free of excessive particles and organic matter, and warm enough throughout the year (typically over 5°C) to avoid freeze-up of the heat exchanger. Particles and other matter can clog a heat pump system and make it inoperable in a short period of time. You should also have your water tested for acidity, hardness, and iron content before installing a heat pump. Your contractor or equipment manufacturer can tell you what level of water quality is acceptable and under what circumstances special heat-exchanger materials may be required. Installation of an open system is often subject to local zoning laws or licensing requirements. Check with local authorities to determine if restrictions apply in your area.

Closed-loop Systems

A closed-loop system draws heat from the ground itself, using a continuous loop of special buried plastic pipe. Copper tubing is used in the case of DX systems. The pipe is connected to the indoor heat pump to form a sealed underground loop through which an antifreeze solution or refrigerant is circulated. While an open system drains water from a well, a closed-loop system recirculates its heat transfer solution in pressurized pipe.

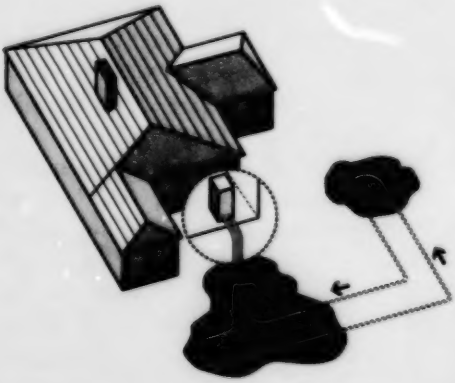
The pipe is placed in one of two types of arrangements: *vertical* or *horizontal.* A vertical closed-loop arrangement (see **Figure 11**) is an appropriate choice for most suburban homes, where lot space is restricted. Piping is inserted into bored holes that are 150 mm (6 in.) in diameter, to a depth of 18 to 60 m (60 to 200 ft.), depending on soil conditions and the size of the system. Usually, about 80 to 110 m (270 to 350 ft.) of piping is needed for every ton (3.5 kW or 12 000 Btu/h) of heat pump capacity. U-shaped loops of pipe are inserted in the holes. DX systems can have smaller diameter holes which can lower drilling costs.

Figure 11: Closed-Loop, Single U-Bend Vertical Configuration



The horizontal arrangement (see **Figure 12**) is more common in rural areas, where properties are larger. The pipe is placed in trenches normally 1.0 to 1.8 m (3 to 6 ft.) deep, depending on the number of pipes in a trench. Generally, 120 to 180 m (400 to 600 ft.) of pipe are required per ton of heat pump capacity. For example, a well-insulated, 185 m^2 (2 000 $ft.^2$) home would probably need a three-ton system with 360 to 540 m (1 200 to 1 800 ft.) of pipe.

Figure 12: Closed-Loop, Single Layer Horizontal Configuration



The most common horizontal heat exchanger is two pipes placed side-by-side in the same trench. Another heat exchanger sometimes used where area is limited is a "spiral" – which describes its shape. Other horizontal loop designs use four or six pipes in each trench, if land area is limited.

Regardless of the arrangement you choose, all piping for antifreeze solution systems must be at least series 100 polyethylene or polybutylene with thermally fused joints (as opposed to barbed fittings, clamps, or glued joints), to ensure leak-free connections for the life of the piping. Properly installed, these pipes will last anywhere from 25 to 75 years. They are unaffected by chemicals found in soil and have good heat-conducting properties. The antifreeze solution must be acceptable to local environmental officials. DX systems use a refrigeration-grade copper tubing.

Neither the vertical nor the horizontal loops have an adverse impact on the landscape as long as the vertical boreholes and trenches are properly backfilled and tamped (packed down firmly).

Horizontal loop installations use trenches anywhere from 150 to 600 mm (6 to 24 in.) wide. This leaves bare areas that can be restored with grass seed or sod. Vertical loops require little space and result in minimal lawn damage.

It is important that the horizontal and vertical loops be installed by a qualified contractor. Plastic piping must be thermally fused, and there must be good earth-to-pipe contact to ensure good heat transfer, such as that achieved by Tremie-grouting of boreholes. The latter is particularly important for vertical heat-exchanger systems. Improper installations may result in less than optimum heat pump performance.

Installation Considerations

As with air-source heat pump systems, EESs must be designed and installed by qualified contractors. Consult a local heat pump contractor to design, install, and service your equipment to ensure efficient and reliable operation; also, be sure that all manufacturers' instructions are followed carefully. All installations should meet the requirements of CSA C445, an installation standard set by the Canadian Standards Association.

The total installed cost of earth-energy systems varies according to site-specific conditions, but can be up to twice the cost of a gas, electric, or oil furnace with add-on air conditioning. The total installed costs of open or ground water EESs can be less; the extra cost is due to ground collectors, whether they are open or closed-loop. Ductwork must be installed in homes without an existing air distribution system. The difficulty of installing ductwork will vary, and should be assessed by a contractor.

Installation costs vary depending on the type of ground collector and the equipment specification. To be economically attractive, the incremental costs of a typical installation should be recovered through energy cost savings within five years. Check with your electric utility to assess the benefits of investing in an earth-energy system. Sometimes a low-cost financing plan or incentive is offered for approved installations.

Major Benefits of Earth-Energy Systems

Efficiency

In Canada, where air temperatures can go below –30°C, and where winter ground temperatures are generally in the range of –2°C to 4°C, earth-energy systems have a coefficient of performance (COP) of between 2.5 and 3.8.

The HSPFs in **Figures 13** and **14** were calculated using a procedure very similar to that used for air-source heat pumps, but taking into account industry-sizing practice and regional ground water temperatures across Canada. While earth-energy heat systems have COP and EER standard performance ratings, it was necessary to calculate heating seasonal performance to compare operating costs with those of air-source heat pumps.

A ground water EES installation in southern Canada will have a heating seasonal performance factor (HSPF) of between 8.3 and 11.6, compared to an HSPF of 3.4 for electrical-resistance heating. Similarly, a closed-loop EES in southern Canada will have an HSPF of between 6.5 and 11.2, with the higher value achieved by the most efficient closed-loop heat pump available. **Figure 13** (page 36) shows the HSPFs of ground water earth energy systems operating in different climatic regions in Canada, while **Figure 14** (page 37) shows the same for closed-loop EESs.

Energy savings

Earth-energy systems will reduce your heating and cooling costs substantially. Energy-cost savings compared with electric furnaces are around 65 percent.

On average, an EES will yield savings that are about 40 percent more than would be provided by an air-source heat pump. This is due to the fact that underground temperatures are higher in winter than air temperatures. As a result, an EES can provide more heat over the course of the winter than an air source heat pump.

Actual energy savings will vary depending on the local climate, the efficiency of the existing heating system, the costs of fuel and electricity, the size of the heat pump installed, and its coefficient of performance at CSA rating conditions. Later in this booklet, heating energy-cost comparisons will be made between earth-energy system and electric heating systems, as well as air-source heat pumps.

Figure 13: Heating Seasonal Performance Factors (HSPF) for Ground-Water or Open System EESs in Canada.

HSPF 8.9 to 11.5

Chilliwack, B.C.
Nanaimo, B.C.
Richmond, B.C.
Vancouver, B.C.
Victoria, B.C.

HSPF 8.8 to 11.3

Kelowna, B.C.
Nelson, B.C.
Penticton, B.C.
Chatham, Ont.
Hamilton, Ont.
Niagara Falls, Ont.
Toronto, Ont.
Windsor, Ont.
Halifax, N.S.
Yarmouth, N.S.

HSPF 8.3 to 10.2

Kamloops, B.C.
Prince Rupert, B.C.
Lethbridge, Alta.
Medicine Hat, Alta.
Maple Creek, Sask.
Barrie, Ont.
Kingston, Ont.
Kitchener, Ont.
London, Ont.
North Bay, Ont.
Ottawa, Ont.
Sault Ste. Marie, Ont.
Sudbury, Ont.
Montreal, Que.
Quebec, Que.
Sherbrooke, Que.
Moncton, N.B.
Saint John, N.B.
Amherst, N.S.
Sydney, N.S.
Charlottetown, P.E.I.
Grand Bank, Nfld.
St. John's, Nfld.

HSPF 7.8 to 9.2

Prince George, B.C.
Banff, Alta.
Calgary, Alta.
Edmonton, Alta.
Peace River, Alta.
Prince Albert, Sask.
Regina, Sask.
Saskatoon, Sask.
Brandon, Man.
Winnipeg, Man.
Thunder Bay, Ont.
Timmins, Ont.
Chicoutimi, Que.
Rimouski, Que.
Shawinigan, Que.
Edmunston, N.B.

Domestic Hot Water Heating

EESs also provide savings in domestic hot water costs. Some have a desuperheater that uses some of the heat collected to preheat hot water; newer designs can automatically switch over to heat hot water on demand. These features can reduce your water heating bill by 25 to 50 percent.

Figure 14: Heating Seasonal Performance Factors (HSPF) for Closed-Loop EESs in Canada.

HSPF 7.8 to 11.2

Chilliwack, B.C.
Nanaimo, B.C.
Richmond, B.C.
Vancouver, B.C.
Victoria, B.C.

HSPF 7.5 to 10.9

Kelowna, B.C.
Nelson, B.C.
Penticton, B.C.
Chatham, Ont.
Hamilton, Ont.
Niagara Falls, Ont.
Toronto, Ont.
Windsor, Ont.
Halifax, N.S.
Yarmouth, N.S.

HSPF 6.5 to 9.1

Kamloops, B.C.
Prince Rupert, B.C.
Lethbridge, Alta.
Medicine Hat, Alta.
Maple Creek, Sask.
Barrie, Ont.
Kingston Ont.
Kitchener, Ont.
London, Ont.
North Bay, Ont.
Ottawa, Ont.
Sault Ste. Marie, Ont.
Sudbury, Ont.
Montreal, Que.
Quebec, Que.
Sherbrooke, Que.
Moncton, N.B.
Saint John, N.B.
Amherst, N.S.
Sydney, N.S.
Charlottetown, P.E.I.
Grand Bank, Nfld.
St. John's, Nfld.

HSPF 5.7 to 7.8

Prince George, B.C.
Banff, Alta.
Calgary, Alta.
Edmonton, Alta.
Peace River, Alta.
Prince Albert, Sask.
Regina, Sask.
Saskatoon, Sask.
Brandon, Man.
Winnipeg, Man.
Thunder Bay, Ont.
Timmins, Ont.
Chicoutimi, Que.
Rimouski, Que.
Shawinigan, Que.
Edmunston, N.B.

Maintenance

EESs require little maintenance on your part. Required maintenance should be carried out by a competent service contractor, who should inspect your unit once a year.

- As with air-source heat pumps, *filter* and *coil* maintenance has a dramatic impact on system performance and service life. A dirty filter, coil, or fan can reduce airflow through the system. This will reduce system performance and can lead to compressor damage if it continues for extended periods of time.

- The *fan* should be cleaned to ensure that it provides the airflow required for proper operation. The fan speed should be checked at the same time. Incorrect pulley settings, a loose fan belt, or incorrect motor speed can all contribute to poor performance.

- *Ductwork* should be inspected and cleaned as required to ensure that airflow is not restricted by loose insulation, abnormal buildup of dust, or other obstacles which occasionally find their way through the grilles.

- Be sure that *vents* and *registers* are not blocked by furniture, carpets or other items that would impede airflow.

- In open systems, mineral deposits can buildup inside the heat pump's heat exchanger. Regular inspection and, if necessary, cleaning by a qualified contractor with a mild acid solution is enough to remove the buildup. Over a period of years, a closed-loop system will require less maintenance because it is sealed and pressurized, eliminating possible buildup of minerals or iron deposits.

Service contracts are similar to those for oil and gas furnaces.

Operating Costs

The operating costs of an earth-energy system are usually considerably lower than those of other heating systems, because of the savings in fuel. Qualified heat pump installers should be able to give you information on how much electricity a particular earth-energy system would use.

However, the relative savings will depend on whether you are currently using electricity, oil, or natural gas, and on the relative costs of different energy sources in your area. By running a heat pump, you will use less gas or oil, but more electricity. If you live in an area where electricity is expensive, your operating costs may be higher. The payback on

an investment in an earth-energy system may be anywhere up to a decade or more. Later in this booklet, operating cost estimates are provided for EESs.

Life Expectancy and Warranties

EESs have a life expectancy of about 20 to 25 years. This is higher than for air-source heat pumps because the compressor has less thermal and mechanical stress, and is protected from the environment.

Most ground-source heat pump units are covered by a one-year warranty on parts and labour, and some manufacturers offer extended warranty programs. However, warranties vary between manufacturers, so be sure to check the fine print.

Heating Energy Cost Comparison: Heat Pump and Electric Heating Systems

Factors Affecting Heating Cost Comparisons

As stated earlier, the relative savings you can expect from running a heat pump to provide heating in your home depend on a number of factors, including:

- The cost of electricity and other fuels in your area.
- Where your home is located – severity of winter climate.
- The type and the efficiency of the heat pump you are considering – whether closer to the least energy-efficient or most energy-efficient HSPF or COP shown in **Figures 4, 8** and **9**.
- How the heat pump is sized or matched to the home – the balance point below which supplementary heating is required.

Table 1:

Heat Pump and Electric Heating Systems Heating Energy Cost Comparison

Location	Electric Furnace	Standard-Efficiency Air-Source	High-Efficiency Air-Source
	100% AFUE*		
Vancouver	$465 – 925	$205 – 395	$185 – 345
Calgary	$1,155 – 2,310	—	—
Winnipeg	$865 – 1725	—	—
Rural Central Ontario	$1,300 – 2,600	$780 – 1,580	$730 – 1,355
Toronto	$740 – 1,295	$380 – 660	$345 – 560
Montréal	$830 – 1,660	$500 – 1,010	$465 – 870
Halifax	$785 – 1,370	$400 – 700	$365 – 590

Note

- Electricity prices are residential runoff rates as of March 1993 as supplied by local utilities. Rates from a low of 4.98¢ per kWh in Vancouver to a high of 8.37¢ per kWh in rural central Ontario.

* AFUE: Annual Fuel Utilization Efficiency (seasonal efficiency).

Cost Range in $

Standard-Efficiency Ground-Water EES	High-Efficiency Ground Water EES	Standard-Efficiency Closed-loop EES	High-Efficiency Closed-loop EES
$175 - 340	$140 - 280	$180 - 370	$140 - 310
$500 - 1,000	$430 - 915	$580 - 1,190	$505 - 1,130
$375 - 750	$320 - 685	$435 - 890	$375 - 845
$530 - 1,040	$435 - 915	$580 - 1,200	$490 - 1,100
$285 - 480	$225 - 400	$295 - 525	$230 - 440
$340 - 665	$280 - 585	$370 - 770	$315 - 705
$300 - 510	$235 - 425	$310 - 555	$245 - 465

- The above costs are for space heating only. EESs are commonly equipped with a desuperheater to facilitate water heating. Desuperheaters can reduce electric water heating bills by $100 to $200. Adding these savings to the space heating operating savings would reduce the payback period of an EES, and benefit the cooling opertion as well.
- The above costs are based on the HSPFs of Figures 6, 13 and 14 and house heating loads varying from 4.5 kWh to 17.5 kWh (15 000 Btu/h to 60 000 Btu/h).

Comparison Results

Table 1 (page 40) shows estimated heating energy costs for six different heat pumps and an electric furnace. Seven locations across Canada have been selected for the purposes of this comparison. Six of these locations are cities, while one, rural central Ontario, is a region. Each has unique electricity costs. Results in other cities in the same climate region may differ, due to variations in electricity costs.

A range of annual energy costs is provided by region for each heating system. This accounts for variations in equipment efficiency, size of house or annual heating requirements, and the ratio of heat pump to house heat loss. According to **Table 1**, the lowest operating costs for all systems are found in Vancouver, the warmest climate. The highest operating costs for most systems are found in rural central Ontario. In all of these estimated cases, heat pump systems have lower annual heating energy cost than electric furnaces. Also note that in all locations, ground-water EESs have lower operating costs than closed-loops EESs.

The comparisons shown in **Table 1** include only energy costs for space heating. For some heat pumps equipped with a desuperheater, domestic water heating costs can be reduced by 25 to 50 percent. This would increase the savings and improve the payback on investment for these systems. Furthermore, there may be payback and energy savings for those heat pumps which can be used to meet space cooling requirements.

Related Equipment

Upgrading the Electrical Service

Generally speaking, it is not necessary to upgrade the electrical service when installing an air-source add-on heat pump. However, the age of the service and the total electrical load of the house may make it necessary to upgrade.

A 200 ampere electrical service is normally required for the installation of either an all-electric air-source heat pump or a ground-source heat pump.

Supplementary Heating Systems

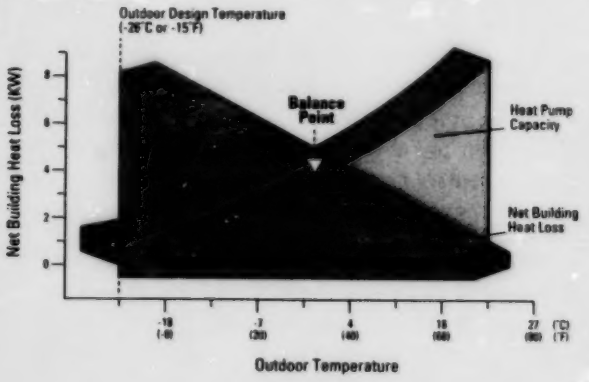
Air-Source Heat Pump Systems

Most heat pump installations require a supplementary heating system. Air-source heat pumps are usually set to shut off at either the thermal or economic balance point. In the case of the air-source heat pump, supplementary heat (also called backup or auxiliary heat) may also be required during the defrost cycle.

Supplementary heat can be supplied by any type of heating system, provided that it can be activated by the thermostat which controls the heat pump. However, most supplementary heating systems are central furnaces that use oil, gas, or electricity. Many new EES installations use duct heaters to supply auxiliary heat.

Figure 15 shows the thermal balance point for a typical air-source heat pump. To the right of the thermal balance point, the heat pump is capable of satisfying all of the home's heating requirements. To the left of the thermal balance point, the house heat loss is greater than the heat pump's capacity; this is when supplementary heat is required.

Figure 15: Balance Point for a Typical Air-Source Heat Pump



In this shaded area, the heat pump can operate in two ways. If heat pump operation is *unrestricted* by outdoor temperature, it will operate to satisfy first stage heating requirements each time heat is called for by the thermostat (see the sections on thermostats following). When second stage heat is called for, the heat pump shuts off if it is an add-on unit, or continues to operate if it is an all-electric heat pump system, and the supplementary heating system provides heat until all heating requirements have been satisfied.

If heat pump operation is *restricted*, an outdoor temperature sensor shuts the heat pump off when the temperature falls below a preset limit. Below this temperature, only the supplementary heating system operates. The sensor is usually set to shut off at the temperature corresponding to the economic balance point, or at the outdoor temperature below which it is cheaper to heat with the supplementary heating system instead of the heat pump.

Earth-Energy Systems

Earth-energy systems continue to operate regardless of the outdoor temperature. The supplementary heating system only provides heat that is beyond the rated capacity of the EES.

Conventional Thermostats

Most residential heat pump systems are installed with a "two-stage heat/one-stage cool" indoor thermostat. Stage one calls for heat from the heat pump if the temperature falls below the preset level. Stage two calls for heat from the supplementary heating system if the indoor temperature continues to fall below the desired temperature.

The most common type of thermostat used is the "set and forget" type. The installer consults with you prior to setting the desired temperature. Once this is done, you can forget about the thermostat; it will automatically switch the system from heating to cooling or vice versa.

There are two types of outdoor thermostats used with these systems. The first type controls the operation of the electric-resistance supplementary heating system. This is the same type of thermostat that is used with an electric furnace. It turns on various stages of heaters as the outdoor temperature drops progressively lower. This ensures that the correct amount of supplementary heat is provided in response to outdoor conditions, which maximizes efficiency and saves you money. The second type simply shuts off the air-source heat pump when the outdoor temperature falls below a specified level.

Thermostat setback may not yield the same kind of benefits with heat pump systems as with more conventional heating systems. Depending upon the amount of the setback and temperature drop, the heat pump may not be able to supply all of the heat required to bring the temperature back up to the desired level on short notice. This may mean that the supplementary heating system operates until the heat pump "catches up". This will reduce the savings that you might have expected to achieve by installing the heat pump.

Electronic Thermostats

Programmable heat pump thermostats are available today from most heat pump manufacturers and their representatives. Unlike conventional thermostats, these thermostats achieve savings from temperature setback during unoccupied periods, or overnight. Although this is accomplished in different ways by different manufacturers, the heat pump brings the house back to the desired temperature level with or without minimal supplementary heating. For those accustomed to thermostat setback and programmable thermostats, this may be a worthwhile investment. Other features available on some of these electronic thermostats include:

- Programmable control to allow for user selection of automatic heat pump or fan-only operation, by time of day and day of the week.
- Improved temperature control, as compared to conventional thermostats.

- Outdoor thermostats are no longer required, as the electronic thermostat calls for supplementary heat only when needed.
- The ability to eliminate the need for an outdoor thermostat control on add-on heat pumps.

Setback savings of 10 percent are possible, with one setback period of eight hours each day in most Canadian locations. Two such periods per day can result in savings of 15 to 20 percent.

Heat Distribution Systems

Heat pumps require distribution systems that handle airflow rates of 50 to 60 litres per second (L/s) per kW, or 400 to 450 cubic feet per minute (cfm) per ton of cooling capacity. This is approximately 20 to 30 percent higher than the flow rates required by central, forced-air furnaces. Restricting airflow rates decreases efficiency, and damage to the compressor can result if they are severely reduced for extended periods of time.

New heat pump systems should be designed according to established practice. If the installation is an add-on, or a conversion, the existing duct system should be carefully examined to ensure that it is adequate.

Answers to Some Commonly Asked Questions

I've heard that heat pumps are very noisy. Is it possible to buy one that won't disturb me or my neighbours?

Yes. While there are no industry standards governing allowable noise levels, manufacturers usually publish this information in their product literature. The ratings are given in bels. The bel ratings increase as the heat pumps

get louder. Remember, too, that noise generated by this type of equipment must not exceed the levels set out in municipal by-laws. Proper attention to installation will also reduce noise levels for both owner and neighbour.

How can I find a good contractor to purchase a heat pump from?

Selecting a reputable contractor is a key consideration in any decision to buy or modify a heating system. The following tips should help you to choose a firm:

- Ensure that the contractor is qualified to install and maintain the equipment.
- The contractor should calculate the heating and the cooling load for the house. He or she should be able to explain this to you.
- The contractor should ensure that the ductwork system is designed to provide adequate airflow and distribution to all areas of the house. If the system is an add-on, the contractor should examine the existing ductwork to see if it is adequate, since a heat pump system may require greater airflow than the system was designed to handle.
- If the unit is an add-on, the contractor should ensure that the existing furnace, control system, and chimney are in good working order.
- The contractor should ensure that the electrical system is capable of accommodating the increased load of the heat pump.
- The contractor should be willing to provide you with information on the unit, its operation and warranties, and to offer a service contract on the installation. The contractor should be prepared to guarantee the installation work.

In addition, follow the usual process for selecting a contractor: ask friends and relatives for referrals; get firm (written) quotes from at least two firms; check with previous clients to see if they were satisfied with the equipment, installation, and service provided; and follow up with the Better Business Bureau to find out if there are any outstanding claims against the contractor. If you know which brand you would like to have installed, the manufacturer may recommend a contractor in your area.

I have heard that there are problems with compressors if they are outside during the winter in Canada. Will this affect the performance and durability of a heat pump?

Studies have shown that the service life of air-source heat pumps is shorter in northern climates than in southern climates. Climate affects the total hours of operation, and in Canada the main mode of operation is the heating cycle. The heating cycle imposes more difficult conditions on the heat pump. However, these same studies indicate that the skill of the installer and the maintenance program followed by the homeowner may have as much or more impact on the service life of the unit.

Other studies have shown that a heat pump will likely require no more than one compressor change over the course of its useful life.

Are there any municipal by-laws that affect the use of heat pumps?

Some municipalities have enacted by-laws that require heat pumps to have specific minimum clearances to lot lines and specify that they must maintain noise levels below 45 decibels (normal talking level). Check with your local municipal office to find out if such by-laws are in effect, or if there are any additional requirements.

Your local electrical utility may offer technical advice and publications on heat pumps.

Also, you can contact the following organization for information on earth energy systems:

Canadian Earth Energy Association
130 Slater Street, Suite 605
Ottawa, Ontario
K1P 6E2
(613) 230-2332
1 800 665-2332
Fax: (613) 237-1480

Need More Information?

Order Free Publications From the OEE

The Office of Energy Efficiency (OEE) of Natural Resources Canada offers many publications that will help you understand home heating systems, home energy use and transportation efficiency. These publications explain what you can do to reduce your energy use and maintenance costs while increasing your comfort and helping to protect the environment.

EnerGuide for Renovating Your Home

Keeping the Heat In is a guide to all aspects of home insulation and draftproofing. Whether you plan to do it yourself or hire a contractor, this 134-page book can help make it easier. Fact sheets are also available on air-leakage control, improving window energy efficiency and moisture problems. Consider getting the expert unbiased advice of an EnerGuide for Houses evaluation before you renovate. Our telephone operators can connect you with an advisor in your local area.

EnerGuide for Home Heating and Cooling

If you are interested in a particular energy source, the OEE has booklets on heating with electricity, gas, oil, heat pumps, and wood. Other publications are available on heat recovery ventilators, wood fireplaces, gas fireplaces, air conditioning your home, and comparing home heating systems.

EnerGuide for Choosing the Most Energy-Efficient Products

When shopping for household appliances, office equipment, lighting products, and windows and doors, consult the OEE's series of Consumer's Guides. They will help you know what to look for when it comes to energy efficiency.

The EnerGuide label, which is affixed to all new major electrical household appliances and room air conditioners, helps you compare the energy ratings of all models sold in Canada. EnerGuide ratings are also listed in the OEE's annual directories of major electrical household appliances and room air conditioners.

Every New House Should Be This Good

R-2000 homes are the best built, most comfortable homes in Canada, and they use up to 50 percent less energy than conventional dwellings. R-2000 homes feature state-of-the-art heating systems, high levels of insulation and whole-house ventilation systems that provide continuous fresh air to all rooms. Subject to quality assurance checks during the construction process, once completed, R-2000 homes are certified as being energy-efficient.

Buying, Driving and Maintaining Your Car

For information on vehicle fuel consumption, look for the EnerGuide label that appears on every new automobile, van, and light-duty truck for sale in Canada. It helps you compare different vehicles' city and highway fuel consumption ratings and estimated annual fuel costs. You can also check the OEE's *Fuel Consumption Guide*, produced annually, which provides the same information for all vehicles. The OEE's EnerGuide for Vehicles Awards also recognize the vehicles with the lowest fuel consumption in different categories.

Also available is the OEE's *Car Economy Calculator*, a fuel log that helps you calculate your fuel consumption and savings. The OEE's *Auto$mart Guide* provides detailed fuel efficiency information and offers tips on purchasing, operating, and maintaining personal vehicles.

To receive any of these free publications, please write or call:

Energy Publications
Office of Energy Efficiency
c/o DLS
Ottawa ON K1A 0S7

Fax: (819) 994-1498
Toll-free: 1 800 387-2000
In the National Capital Region, call 995-2943.

Please allow three weeks for delivery.

Publications can also be ordered or viewed on-line at the OEE's Energy Publications Virtual Library: http://oee.nrcan.gc.ca/infosource.

OEE

Office de l'efficacité énergétique
ÉnerGuide

Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

1 Série sur le chauffage et le refroidissement résidentiels

Canada

Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

Publié par
l'Office de l'efficacité énergétique
ÉnerGuide

La série ÉnerGuide sur le chauffage et le refroidissement est publiée sous la direction des programmes ÉnerGuide de l'Office de l'efficacité énergétique. ÉnerGuide est la marque officielle du gouvernement du Canada associée à l'étiquetage et à la cote de consommation d'énergie (ou d'efficacité énergétique) des électroménagers, des appareils de chauffage, de ventilation et de climatisation, ainsi que des maisons et des véhicules.

ÉnerGuide aide également les fabricants et les vendeurs à faire connaître les appareils éconergétiques, tout en donnant de l'information qui permet aux consommateurs de choisir des appareils éconergétiques pour la maison.

Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

Ed. rév.

Données de catalogage avant publication (Canada)
La bibliothèque nationale du Canada à catalogué la présente publication comme suit :
Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe
(Série sur le chauffage et le refroidissement résidentiels)
ISBN 0-662-84414-9
N^{O} de cat.: M91-2/41-2000F

1. Pompes à chaleur
2. Habitations – Chauffage et ventilation
3. Habitations – Économies d'énergie
II. Canada. Ressources naturelles Canada

TH7638.H52 1994 697 C94-980265-4F

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2000

Révisé en janvier 2000
This publication is also available in English under the title *Heating and Cooling with a Heat Pump*

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de la présente publication, veuillez écrire à :
Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
a/s DLS
Ottawa (Ontario)
K1A 0S7
Télécopieur: (819) 994-1498
Ligne sans frais : 1 800 387-2000

On peut aussi consulter ou commander en ligne plusieurs publications de l'Office de l'efficacité énergétique. Visitez la bibliothèque virtuelle des Publications Éconergie à l'adresse **http//oee.rncan.gc.ca/infosource**
Le site Web de l'Office de l'efficacité énergétique se trouve à l'adresse **http//oee.rncan.gc.ca**.

Imprimé sur papier recyclé

Table de matières

Introduction 2

La thermopompe : de quoi s'agit-il et comment fonctionne-t-elle ? 3

Pour bien comprendre les thermopompes 5

Thermopompes à air 8
- Fonctionnement de la thermopompe à air 10
- Composition de l'installation 12
- Efficacité énergétique 14
- Autres critères de sélection 15
- Puissance 16
- Installation 17
- Fonctionnement 18
- Principaux avantages de la thermopompe à air 19
- Entretien 21
- Frais de fonctionnement 23
- Durée de service et garanties 23

Pompes géothermiques 23
- Fonctionnement des pompes géothermiques 24
- Composition de l'installation 26
- Efficacité énergétique 27
- Puissance 28
- Conception 29
- Installation 34
- Principaux avantages des pompes géothermiques 35
- Entretien 38
- Frais de fonctionnement 39
- Durée de service et garanties 40

Comparaison des coûts de chauffage: Thermpompes et systèmes de chauffage électriques 40
- Facteurs influant sur la comparaison des coûts de chauffage 40
- Résultat de la comparaison 41

Matériel connexe 44
- Augmentation de la puissance d'entrée électrique 44
- Systèmes de chauffage supplémentaire 44
- Thermostats classiques 46
- Thermostats électroniques 47
- Réseau de distribution de la chaleur 48

Réponses à quelques questions courantes 48

Pour de plus amples renseignements 51

INTRODUCTION

Si vous étudiez les diverses installations de chauffage et de refroidissement pour votre nouvelle maison ou si vous cherchez à réduire votre facture énergétique, il est possible que vous songiez à faire l'acquisition d'une thermopompe. La thermopompe peut régulariser la température de votre maison pendant toute l'année, car elle est une source de chaleur en hiver et de refroidissement en été. Certains types de thermopompes peuvent également fournir de l'eau chaude de consommation.

En règle générale, l'utilisation d'une thermopompe seule ne peut répondre de façon économique à tous vos besoins en chauffage. Toutefois, utilisée de pair avec une autre installation de chauffage, par exemple au mazout, au gaz ou à l'électricité, une thermopompe peut chauffer votre demeure en hiver et la refroidir en été de façon fiable et économique. Si votre maison est déjà équipée d'un système de chauffage au mazout ou à l'électricité, l'acquisition d'une thermopompe peut réduire efficacement vos frais d'énergie.

Cependant, avant de procéder à l'achat d'une thermopompe, il est important d'en examiner tous les avantages et les coûts. Bien que les thermopompes consomment moins de combustible que les systèmes de chauffage classiques, elles sont plus chères à l'achat. Il est donc important de bien comparer les économies de combustible que vous prévoyez et le coût initial de l'appareil. En outre, les thermopompes sont plus économiques si on les utilise toute l'année; en conséquence, il serait plus profitable d'investir dans une thermopompe si vous désirez refroidir votre maison l'été et la chauffer en hiver.

À ces considérations financières s'ajoutent les facteurs de commodité. Combien faut-il d'espace pour installer l'appareil ? Votre alimentation en énergie risque-t-elle d'être interrompue à l'occasion ? Dans l'affirmative, cela se produira-t-il souvent ? Devrez-vous faire installer un nouveau réseau de conduites ? Le système devra-t-il être entretenu fréquemment, et combien vous en coûtera-t-il ?

Pour faire un choix éclairé, il importe que vous connaissiez à fond tous les aspects du chauffage et du refroidissement des habitations avant de prendre une décision définitive.

La présente brochure décrit les types les plus courants de thermopompes et expose les facteurs qui se rattachent au choix, à l'installation, à l'utilisation et à l'entretien de ces appareils. Vous y trouverez aussi une brève comparaison du coût de fonctionnement de différents types de thermopompes et d'un système de chauffage classique électrique.

Gestion de l'énergie à la maison

Les thermopompes sont des appareils de chauffage et de refroidissement très efficaces qui sont susceptibles de réduire considérablement votre facture énergétique. Cependant, il serait peu judicieux d'investir dans un appareil de chauffage efficace si votre maison perd de la chaleur en raison d'une mauvaise isolation des murs, des plafonds, des fenêtres et des portes ou parce que des ouvertures ou des fissures laissent passer de l'air.

Il est souvent préférable de réduire les fuites d'air et d'isoler davantage la maison avant d'acheter un nouveau système de chauffage ou d'améliorer l'équipement en place. Ressources naturelles Canada offre aux consommateurs des publications à ce sujet (voir page 51).

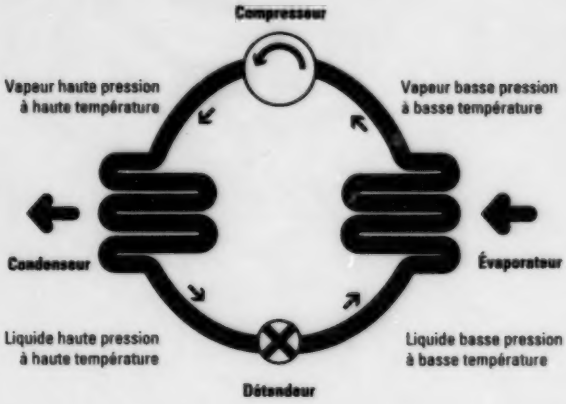
Refroidir sa maison l'été peut être coûteux

Les thermopompes chauffent la maison en hiver et la refroidissent durant l'été. Pour fonctionner, ces appareils requièrent toutefois de l'électricité. Si vous ajoutez une thermopompe à votre système de chauffage, ou si vous remplacez par une thermopompe un système qui n'est pas alimenté à l'électricité et qui n'est pas muni d'un appareil de climatisation centrale, vous constaterez une hausse de vos frais d'électricité.

La thermopompe : de quoi s'agit-il et comment fonctionne-t-elle?

Une thermopompe est un appareil électrique capable de transférer la chaleur d'un endroit à un autre. Il ne s'agit pas là d'une technique nouvelle, car les thermopompes sont utilisées depuis des décennies au Canada et ailleurs dans le monde. Les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux types bien connus de thermopompes.

Figure 1: Cycle de base de la thermopompe



Les thermopompes déplacent la chaleur par l'évaporation et la condensation d'un fluide frigorigène **(figure 1)** qu'un compresseur fait circuler entre deux serpentins. Le frigorigène est évaporé à basse pression dans l'un des serpentins, ce qui lui permet d'absorber la chaleur contenue dans l'air ambiant. Il est ensuite pompé jusqu'à l'autre serpentin, où il se condense à haute pression et libère la chaleur absorbée au début du cycle.

Les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux exemples de thermopompes qui ne fonctionnent qu'en mode refroidissement. Un réfrigérateur est essentiellement un boîtier isolé auquel on a raccordé une thermopompe. L'évaporateur est situé à l'intérieur du boîtier, habituellement dans le congélateur. La chaleur est absorbée à cet endroit et transférée à l'extérieur, le plus souvent derrière ou sous l'appareil, où est situé le condenseur. Les climatiseurs fonctionnent selon le même principe : ils transportent vers l'extérieur la chaleur qui se trouve à l'intérieur de la maison.

Par ailleurs, il est possible d'inverser complètement le cycle d'une thermopompe, de sorte qu'elle puisse régulariser la température de votre maison pendant toute l'année – en la chauffant l'hiver, et en la refroidissant et en la déshumidifiant l'été. Comme le sol et l'air extérieur renferment toujours une certaine quantité de chaleur, la thermopompe peut servir à chauffer la maison même par temps froid. En fait, à −18°C, l'air contient environ 85p. 100 de la chaleur qu'il renferme à 21°C.

Les thermopompes *à air* – qui extraient la chaleur contenue dans l'air extérieur pendant l'hiver et évacuent la chaleur de la maison à l'extérieur l'été – sont celles que l'on retrouve le plus souvent dans les foyers canadiens. Cependant, des appareils qui puisent la chaleur dans le sol ou dans les eaux souterraines sont de plus en plus courants, surtout en Ontario et dans les provinces de l'Atlantique: il s'agit des *thermopompes terre-air ou eau-air*, aussi appelées pompes géothermiques.

POUR BIEN COMPRENDRE LES THERMOPOMPES

Voici quelques termes que vous rencontrerez fréquemment au cours de vos recherches sur les thermopompes.

ÉLÉMENTS DE LA THERMOPOMPE

Le **fluide frigorigène** est une substance qui circule dans la pompe afin d'absorber, de transporter et de libérer la chaleur.

Le **robinet inverseur** détermine le sens de l'écoulement du frigorigène à l'intérieur de la thermopompe.

Un **serpentin** est un tube ou un ensemble de tubes montés en boucle où s'effectue le transfert de chaleur. Il est parfois muni d'ailettes qui augmentent la surface servant à l'échange de chaleur.

L'évaporateur est un serpentin dans lequel le frigorigène puise la chaleur environnante. Lorsque le frigorigène atteint le point d'ébullition, il se transforme en vapeur à basse température. À son passage du robinet inverseur au compresseur,

l'**accumulateur** retient tout le liquide qui ne s'est pas transformé en gaz. Il est à noter que les thermopompes ne sont pas toutes munies d'un accumulateur.

Le **compresseur** comprime les molécules du gaz frigorigène, ce qui a pour effet d'en augmenter la température.

Le **condenseur** est un serpentin dans lequel le frigorigène libère de la chaleur et se liquéfie.

Le **détendeur** abaisse la pression créée par le compresseur, ce qui provoque une baisse de température. Le frigorigène devient un mélange à basse température de vapeur et de liquide.

La **chambre de distribution** est un caisson qui fait partie intégrante de l'installation et sert à distribuer l'air réchauffé ou refroidi dans la maison. C'est habituellement une grande boîte placée juste au-dessus de l'échangeur de chaleur.

AUTRE TERMES

Un **Btu/h** (de l'anglais *British thermal unit per hour)* est l'unité servant à mesurer le rendement calorifique des systèmes de chauffage. Un Btu correspond à la quantité de chaleur que dégage une chandelle du genre de celles qui servent à décorer les gâteaux d'anniversaire. Si cette quantité d'énergie était libérée en une heure, elle équivaudrait à un Btu/h.

Les **degrés-jours** servent à mesurer la rigueur de la température. On obtient un degré-jour chaque fois que la température moyenne d'une journée est d'un degré inférieure à la température de référence, soit 18° C. Par exemple, lorsque la température moyenne au cours d'une journée est de 12° C, la valeur attribuée à cette journée est de 6 degrés-jours. Pour calculer le total annuel, on fait la somme des totaux quotidiens.

Un **kilowatt (kW)** correspond à 1 000 watts, soit la quantité d'énergie qu'exigent dix ampoules de 100 watts chacune.

La **tonne** est l'unité de mesure de la puissance d'une thermopompe. Elle équivaut à 3,5 kW ou à 12 000 Btu/h.

Le **coefficient de performance (CP)** sert à mesurer l'efficacité des thermopompes. Pour le calculer, on divise la quantité de chaleur que la pompe transmet par la quantité d'électricité qu'elle consomme à une température donnée. Plus le CP est élevé, plus la thermopompe est efficace. Cette valeur est comparable au rendement en régime permanent des systèmes de chauffage au mazout et au gaz.

Pour obtenir le **coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC)**, on divise la quantité totale de chaleur (en Btu) produite par une thermopompe durant toute une saison de chauffage par la quantité totale d'énergie (en wattheures) consommée durant la même période. Cette valeur est semblable au rendement saisonnier des systèmes de chauffage à combustible et comprend l'énergie utilisée

pour le chauffage supplémentaire. Pour déterminer la saison de chauffage, on se sert de données météorologiques représentatives des conditions climatiques à long terme.

Le **rendement énergétique (RE)** mesure la puissance frigorifique d'une thermopompe en régime permanent. On le calcule en divisant cette puissance (en Btu/h) par la quantité d'électricité consommée (en watts) à une température donnée. Plus le RE est élevé, plus l'appareil est efficace.

Le **rendement énergétiquesaisonnier (RES)** est la mesure de la puissance frigorifique d'une thermopompe durant toute une saison de refroidissement. Pour le calculer, on divise la capacité totale de refroidissement fournie pendant la saison (en Btu) par la quantité d'énergie consommée par la thermopompe (en wattheures) durant cette période. Le RES est calculé d'après une température estivale moyenne de 28°C.

Le **point d'équilibre** est la température à laquelle la quantité de chaleur fournie par une thermopompe équivaut aux pertes de chaleur de la maison. C'est le point auquel la thermopompe répond à tous les besoins de chauffage de la maison. Sous ce point, il faut de la chaleur supplémentaire.

Le **point d'équilibre économique** est la température à laquelle le coût de l'énergie calorifique fournie par une thermopompe équivaut au coût de la chaleur produite par un système de chauffage supplémentaire.

Homologation et normes

L'Association canadienne de normalisation (CSA) procède à des essais afin de vérifier la sécurité des systèmes électriques de toutes les thermopompes. Une norme de rendement prescrit les tests à effectuer afin de déterminer la puissance calorifique, la puissance frigorifique et le rendement des thermopompes, de même que les conditions dans lesquelles ces tests doivent être exécutés. Les essais de performance des thermopompes à air sont régis par la norme CSA C273.3-M1991. La CSA a également publié une norme visant l'installation des thermopompes à air d'appoint (CSA C273.5-1980). L'Association canadienne de l'énergie du sol a publié, en collaboration avec la CSA, des normes qui permettent de déterminer le rendement des pompes géothermiques et de vérifier si elles sont installées adéquatement. Il s'agit respectivement des normes CSAC446-1990 et C445-1992.

Les normes régissant le rendement des thermopompes à air et des pompes géothermiques prévoient des niveaux minimaux d'efficacité énergétique. Ces niveaux font actuellement l'objet de règlements dans certaines juridictions canadiennes.

Terminologie associée au rendement

On utilise des termes différents pour exprimer le rendement des divers types de thermopompes. Par exemple, les thermopompes à air se voient attribuer des coefficients **saisonniers** de chauffage et de refroidissement : le coefficient de chauffage correspond au CPSC et celui de refroidissement, au RES (voir les définitions ci-dessus). Cependant, dans leurs catalogues, certains fabricants indiquent encore le CP et le RE des appareils. Ces coefficients sont obtenus en régime permanent à des conditions de température données, et ils ne sont pas comparables au CPSC ou au RES.

Pour les systèmes géothermiques, on calcule uniquement le CP et le RE. Cette fois encore, ces coefficients sont mesurés à une température donnée et ne peuvent être utilisés directement pour exprimer le rendement des appareils. Dans la section intitulée « Principaux avantages des pompes géothermiques » (voir la page 35), on se sert du CP pour faire une estimation du CPSC dans diverses régions du Canada. Habituellement, les CPSC ne servent pas à exprimer le rendement des pompes géothermiques; si on y a eu recours dans le présent document, c'est seulement pour pouvoir établir une comparaison avec les thermopompes à air.

Thermopompes à air

Les thermopompes à air extraient la chaleur contenue dans l'air extérieur durant la saison de chauffage et évacuent la chaleur de la maison pendant l'été.

Il existe deux types de thermopompes à air. Le plus répandu est la thermopompe *air-air*, qui puise la chaleur contenue dans l'air pour la transférer, selon la saison, à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison.

Le second type est la thermopompe *air-eau*, qui convient aux maisons équipées d'un système de chauffage à eau chaude. Durant la période de chauffage, la thermopompe extrait la chaleur contenue dans l'air extérieur et la fait passer dans

l'eau du système de chauffage. Si le système est conçu pour le refroidissement, le processus est inversé au cours de l'été : la pompe extrait la chaleur de l'eau circulant dans le réseau de distribution de la maison et pompe celle-ci à l'extérieur afin de refroidir l'intérieur. Comme ces systèmes sont encore peu répandus et que nombre d'entre eux ne sont pas équipés pour le refroidissement, l'exposé qui suit se concentre sur les installations air-air.

Dernièrement, des mini-thermopompes bibloc sans conduites ont fait leur entrée sur le marché canadien. Ces appareils conviennent parfaitement lorsqu'on décide d'améliorer le rendement énergétique d'une maison déjà munie d'un système de chauffage à eau chaude ou de plinthes électriques. Ce sont des unités murales alimentées à l'air libre qui peuvent être installées dans des pièces séparées de la maison. Il est possible de raccorder jusqu'à trois unités intérieures distinctes à un appareil placé à l'extérieur.

Une thermopompe à air peut être *d'appoint*, *entièrement électrique* ou *bivalente*. Les thermopompes d'appoint sont conçues pour être utilisées avec une source de chauffage supplémentaire, par exemple un système électrique, au mazout ou au gaz. Les thermopompes à air entièrement électriques comportent leur propre installation de chauffage supplémentaire sous la forme d'un système à résistances électriques. Quant aux thermopompes bivalentes, elles constituent un type spécial mis au point au Canada; elles comprennent un brûleur au gaz – ou au propane – qui augmente la température de l'air qui entre dans le serpentin extérieur. En conséquence, elles peuvent fonctionner à des températures extérieures plus basses.

Les thermopompes à air sont également utilisées dans certains systèmes de ventilation résidentiels; dans ces systèmes, elles extraient la chaleur contenue dans l'air vicié expulsé à l'extérieur, puis la transfèrent à l'air frais pompé vers l'intérieur ou à l'eau chaude de consommation.

Fonctionnement de la thermopompe à air

Les thermopompes à air ont trois cycles : le cycle de chauffage, le cycle de refroidissement et le cycle de dégivrage.

Le cycle de chauffage

Au cours du cycle de chauffage, la chaleur est extraite de l'air extérieur et est pompée à l'intérieur de la maison.

- Dans un premier temps, le frigorigène liquide traverse le détendeur et se transforme en un mélange basse pression de liquide et de vapeur. Il s'écoule ensuite vers le serpentin extérieur, qui fait fonction d'évaporateur. C'est là qu'il absorbe la chaleur de l'air extérieur et atteint le point d'ébullition, ce qui le fait se transformer en vapeur à basse température.
- Le robinet inverseur achemine cette vapeur jusqu'à l'accumulateur, qui recueille tout le liquide qui reste avant que la vapeur passe au compresseur. La vapeur est ensuite comprimée, ce qui a pour effet d'en réduire le volume et d'en augmenter la température.
- Enfin, le robinet inverseur achemine le gaz ainsi chauffé vers le serpentin intérieur, qui fait fonction de condenseur. La chaleur contenue dans le gaz chaud est libérée dans l'air intérieur, et le frigorigène se liquéfie sous l'effet de la condensation. Ce liquide retourne vers le détendeur, et le cycle recommence.

C'est la température de l'air extérieur qui détermine la capacité de la thermopompe de transférer la chaleur dans la maison. Toute baisse de température réduit la capacité de la thermopompe d'absorber la chaleur.

Au *point d'équilibre*, la puissance de la thermopompe correspond aux pertes de chaleur de la maison. Sous cette température, la thermopompe ne suffit pas à maintenir une température confortable dans les aires de séjour, et il faut utiliser un chauffage d'appoint.

Lorsque la thermopompe fonctionne en mode chauffage sans apport supplémentaire de chaleur, l'air qui s'en dégage est plus frais que l'air sortant d'un appareil de chauffage.

L'air que ces appareils distribuent dans les aires de séjour oscille normalement entre 55°C et 60°C, tandis que les thermopompes produisent une plus grande quantité d'air variant de 29°C à 43°C.

Le cycle de refroidissement

Le cycle décrit ci-dessus est inversé durant l'été afin de refroidir la maison. L'appareil puise la chaleur dans l'air de la maison et la décharge à l'extérieur.

- Tout comme pendant le cycle de chauffage, le frigorigène liquide traverse le détendeur et se transforme en un mélange basse pression de liquide et de vapeur. Il se dirige ensuite vers le serpentin *intérieur*, qui sert d'évaporateur. Absorbant la chaleur de l'air intérieur, il atteint le point d'ébullition et se transforme en vapeur à basse température.
- Le robinet inverseur achemine cette vapeur vers l'accumulateur – lequel recueille tout le liquide restant –, puis vers le compresseur. Celui-ci comprime la vapeur, ce qui en réduit le volume et en augmente la température.
- Enfin, le robinet inverseur achemine le gaz ainsi chauffé vers le serpentin *extérieur*, qui fait fonction de condenseur. La chaleur contenue dans le gaz chaud est libérée dans l'air extérieur, et le frigorigène se liquéfie sous l'effet de la condensation. Le liquide retourne au détendeur, et le cycle recommence.

Au cours du cycle de refroidissement, la thermopompe déshumidifie également l'air intérieur. L'humidité contenue dans l'air circulant à la surface du serpentin intérieur se condense sur les parois du serpentin et tombe dans une cuve collectrice située sous le serpentin. Un tuyau d'évacuation du condensat relie la cuve au drain de la maison.

Le cycle de dégivrage

Si la température extérieure s'approche du point de congélation ou descend sous ce point pendant que la thermopompe fonctionne en mode chauffage, l'humidité de l'air circulant à la surface du serpentin extérieur se condense, et le serpentin givre. L'accumulation de givre dépend de la température extérieure et du degré d'humidité de l'air.

La présence d'une couche de givre diminue l'efficacité du serpentin, car elle réduit sa capacité de transférer la chaleur au frigorigène. Il faut donc, à un moment ou à un autre, faire disparaître le givre. À cette fin, la thermopompe passe au mode dégivrage.

- D'abord, le robinet inverseur règle l'appareil en mode refroidissement. Cela propulse du gaz chaud vers le serpentin extérieur pour faire fondre le givre. Simultanément, le ventilateur extérieur (qui souffle habituellement l'air froid sur le serpentin) se ferme afin de réduire la quantité de chaleur requise pour faire fondre le givre.
- Pendant ce temps, la thermopompe libère de l'air frais dans la maison. On peut utiliser une installation de chauffage supplémentaire pour réchauffer l'air avant qu'il soit distribué à l'intérieur.

Il y a deux façons de déterminer le moment où l'appareil passe au mode dégivrage. Dans le premier cas, des *commandes de dégivrage sur demande* contrôlent la circulation de l'air, la pression du frigorigène, la température de l'air ou des serpentins ou les écarts de pression dans le serpentin extérieur afin de détecter la présence de givre sur celui-ci.

Dans le second cas, une *commande de dégivrage à sonde et minuterie* est actionnée et interrompue par une minuterie ou par une sonde de température située sur le serpentin extérieur. Le cycle peut se déclencher à intervalles de 30, 60 ou 90 minutes, selon les conditions atmosphériques et la conception de l'installation.

Le déclenchement intempestif du cycle de dégivrage réduit le rendement saisonnier de la thermopompe. En règle générale, il est donc plus efficace de recourir au dégivrage sur demande, étant donné que le cycle de dégivrage n'est déclenché qu'au besoin.

Composition de l'installation

La **figure 2a** et **2b** montre les composantes d'une thermopompe à air. Outre les serpentins intérieur et extérieur, le robinet inverseur, le détendeur, le compresseur et les conduites, l'insta!lation comprend des ventilateurs (qui soufflent l'air sur les serpentins) ainsi qu'une source de chaleur supplémentaire. Le compresseur peut être situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison.

Dans le cas d'une thermopompe entièrement électrique, la chaleur supplémentaire provient d'une série de générateurs de chaleur à résistances situés dans l'enceinte principale de circulation de l'air, appelée chambre de distribution, en aval du serpentin intérieur de la thermopompe.

Figure 2a : Éléments de la thermopompe à air (cycle de chauffage)

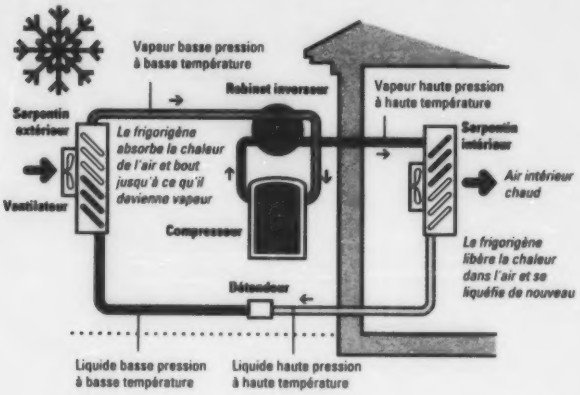
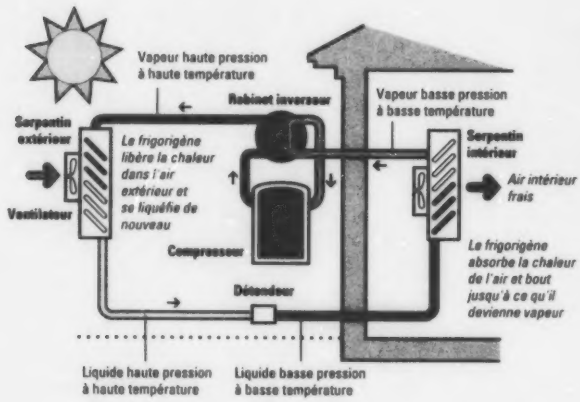
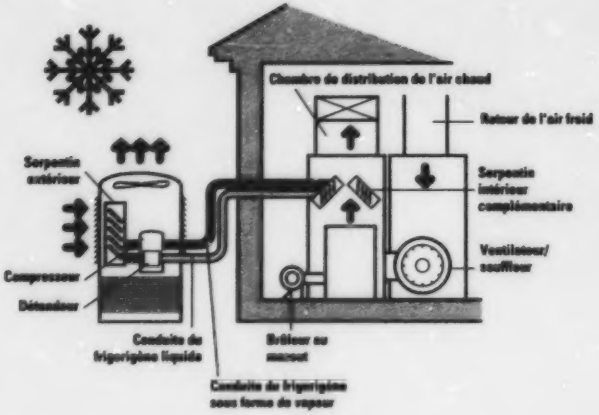


Figure 2b : Éléments de la thermopompe à air (cycle de refroidissement)



Si la thermopompe est un appareil d'appoint **(figure 3)**, la chaleur supplémentaire est fournie par un système de chauffage, qu'il fonctionne à l'électricité, au mazout, au gaz naturel ou au propane. Le serpentin intérieur de la pompe est situé dans la chambre de distribution, habituellement juste au-dessus du système de chauffage. Une description du fonctionnement des thermopompes et des systèmes de chauffage figure à la page 44, à la section intitulée « Systèmes de chauffage supplémentaire ».

Figure 3 : Thermopompe d'appoint



Efficacité énergétique

Les caractéristiques d'une thermopompe à air déterminent sa puissance frigorifique (RES) et sa puissance calorifique (CPSC) annuelles. Au moment de publier le présent document, le RES des thermopompes à air oscillait entre 9 et 16, tandis que leur CPSC variait de 5,9 à 8,8 dans la région V prescrite dans la norme CSA C273.3-91 (les conditions climatiques de cette région sont très semblables à celles d'Ottawa).

Les niveaux minimums d'efficacité énergétique susmentionnés sont régis par règlement dans un certain nombre de juridictions. Ces niveaux sont supérieurs de 5 à 10 p. 100 à l'efficacité moyenne pondérée des thermopompes qu'on vendait il y a quelques années. Cette amélioration est en grande partie attribuable à un meilleur rendement des compresseurs, à l'accroissement de la surface des échangeurs de chaleur, à l'améliorationde la circulation du frigorigène et à d'autres contrôles. Aujourd'hui, grâce au perfectionnement des compresseurs, des moteurs et des commandes, on est parvenu à accroître encore davantage l'efficacité des appareils.

Grâce aux compresseurs perfectionnés mis au point par divers fabricants (compresseurs alternatifs avancés, compresseurs à conduit de décharge spiralé, compresseurs à vitesse variable ou à deux vitesses combinés aux échangeurs

de chaleur et aux commandes les plus perfectionnés), le RES de certaines thermopompes atteint 16 et leur CPSC s'élève à 8,8 dans la région V.

Les thermopompes à air offrant le rendement énergétique le moins élevé sont munies d'un compresseur alternatif à une vitesse. Quant aux unités plus efficaces, elles comprennent généralement un compresseur à conduit spiralé ou un compresseur alternatif perfectionné. On ne constate aucune autre différence de conception apparente entre les deux types d'appareils. Les thermopompes offrant les meilleurs RES et CPSC sont toujours équipées d'un compresseur à conduit spiralé à vitesse variable ou à deux vitesses.

Figure 4 : Rendement des thermopompes à air (région V)

Autres critères de sélection

Choisissez la thermopompe ayant le CPSC le plus élevé possible dans la région V. Si d'autres appareils ont des CPSC semblables, comparez leur fonctionnement en régime permanent à –8,3°C (la température la plus basse à laquelle on les évalue). L'appareil ayant la cote la plus élevée sera le plus efficace dans la plupart des régions du Canada.

Choisissez une thermopompe munie d'une commande de dégivrage sur demande. Le cycle de dégivrage ne sera pas actionné inutilement (l'inversion du système peut à la longue endommager l'appareil), ce qui réduira tant l'énergie consommée par la thermopompe que la nécessité de recourir à du chauffage supplémentaire.

Le niveau de bruit est un niveau sonore pondéré – A avec correction de son pur exprimé en bels. Vous devriez arrêter votre choix sur une thermopompe dont le niveau de bruit extérieur se situe au maximum autour de 7,6 bels. Le niveau

de bruit indique le niveau sonore de la partie extérieure de la thermopompe. Plus le niveau est bas, moins l'unité extérieure émet de bruit. Ces cotes sont disponibles chez les fabricants et sont publiées par le *Air Conditioning and Refrigeration Institute* (ARI), 4301 North Fairfax Drive, Arlington, Virginia, États-Unis 22203.

Puissance

Les charges de chauffage et de refroidissement devraient être déterminées au moyen d'une méthode de mesure reconnue, par exemple celle de la norme CSA-F280-M90, *Determining the Required Capacity of Residential Space Heating and Cooling Appliances.*

Bien que la thermopompe puisse être dimensionnée de façon à répondre à tous les besoins de chauffage d'une maison, cette pratique ne constitue pas la solution idéale. Au Canada, en effet, les besoins en chauffage sont plus importants que ceux en refroidissement. Lorsque la thermopompe est dimensionnée en fonction de la charge de chauffage, elle est trop puissante par rapport aux besoins de refroidissement et ne fonctionnera que de façon intermittente pendant l'été, ce qui peut nuire à son rendement et réduire sa capacité de déshumidifier la maison durant cette saison.

Par ailleurs, l'efficacité d'une thermopompe à air décroît à mesure que la température de l'air extérieur baisse. Il ne serait donc pas économique d'essayer de répondre à tous vos besoins en chauffage à l'aide d'une thermopompe de ce genre.

De façon générale, les thermopompes à air doivent être dimensionnées de manière à fournir au plus 125 p. 100 de la charge de refroidissement. Une thermopompe qui répond à ce critère peut assurer de 80 à 90 p. 100 de la charge de chauffage annuel, selon les conditions climatiques de la région. Le point d'équilibre de ce type d'appareil se situe entre 0 et –5°C, et cette solution vous offre la meilleure combinaison de coûts et de rendement saisonnier.

Installation

Au moment d'installer une thermopompe de quelque type que ce soit, il importe de suivre attentivement les instructions du fabricant. Vous trouverez ci-après des directives

d'ordre général dont il faut tenir compte au moment d'installer une thermopompe à air.

- Si la maison est munie d'un système de chauffage au gaz naturel, au mazout ou au bois, le serpentin doit être installé du côté chaud (en aval) de l'appareil.
- Dans les cas où on ajoute une thermopompe à un système de chauffage électrique, on place habituellement le serpentin du côté froid (en amont) de l'appareil afin d'accroître l'efficacité de l'installation.
- L'appareil installé à l'extérieur doit être à l'abri des grands vents, qui peuvent nuire au dégivrage. Cependant, il doit être situé de façon à ce que l'air extérieur ne soit pas réacheminé vers le serpentin.
- Il faut fixer l'appareil sur un support placé de 30 à 60 cm (de 12 à 14 po) au-dessus du sol afin d'empêcher la neige de gêner la circulation de l'air à la surface du serpentin et pour permettre le drainage de l'eau produite lors du dégivrage. Le support doit être ancré dans un socle de béton, qui doit lui-même reposer sur une couche de gravier afin de faciliter le drainage. L'appareil peut aussi être fixé au mur de la maison, sur un support approprié.
- Il est conseillé de placer la thermopompe hors de portée du larmier de la maison (c'est-à-dire l'endroit où l'eau dégoutte du toit) afin d'empêcher la glace et l'eau de tomber sur l'appareil et, par le fait même, d'entraver la circulation de l'air ou d'endommager le ventilateur ou le moteur.
- La cuve collectrice située sous le serpentin intérieur doit être reliée au drain de la maison afin d'assurer l'écoulement du condensat qui se forme sur le serpentin.
- La thermopompe doit être située de façon que les préposés à l'entretien aient assez d'espace pour réparer l'appareil au besoin.
- Les conduites qui transportent le frigorigène doivent être aussi courtes et droites que possible. On conseille de les revêtir d'une gaine isolante afin de réduire le plus possible les pertes de chaleur et d'éviter la condensation.
- Les ventilateurs et les compresseurs étant des sources de bruit, il faut prendre soin de placer l'appareil extérieur loin des fenêtres et des constructions adjacentes. Les vibrations

qui se font dans certains appareils peuvent également être bruyantes. Afin d'empêcher que cela ne se produise, on conseille de choisir de l'équipement silencieux ou d'installer l'appareil sur une base antibruit.

- Dans les maisons non équipées d'un réseau de distribution d'air, il faut procéder à l'installation de conduites. Puisque les thermopompes exigent habituellement des conduites plus grandes que les autres installations de chauffage central, il faut parfois modifier le réseau de conduites en place. Pour que la thermopompe fonctionne bien, la circulation d'air doit être de 50 à 60 litres par seconde (L/s) par kW, ou de 400 à 450 pieds cubes par minute (pi³/min) par tonne de puissance frigorifique.

Le coût d'installation d'une thermopompe à air varie en fonction du type d'appareil choisi et du système de chauffage en place dans la maison. En effet, les frais sont plus élevés s'il faut modifier le réseau de conduites ou augmenter la puissance de l'installation électrique pour être en mesure de répondre à l'augmentation de la demande.

Fonctionnement

Le thermostat intérieur devrait toujours être réglé à la même température (20° C).

Le fait de laisser le ventilateur intérieur fonctionner en permanence peut nuire au rendement de la thermopompe, à moins d'utiliser un moteur haut rendement à vitesse variable. Il est donc préférable de laisser le ventilateur en mode automatique.

Les thermopompes restent en marche plus longtemps que les systèmes de chauffage classiques puisque leur puissance calorifique est beaucoup moins grande.

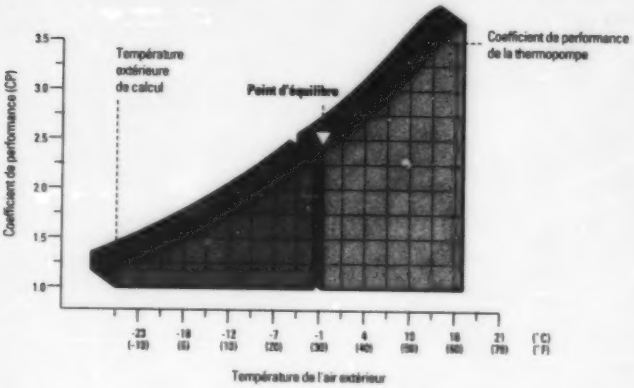
Principaux avantages de la thermopompe à air

Efficacité

À 10° C, le coefficient de performance (CP) des thermopompes à air est habituellement de 3. Cela signifie que 3 kW/h de chaleur sont transférés pour chaque kW/h d'électricité fourni à la thermopompe. À –8,3 °C, le CP est généralement de 2.

Le CP décroît à mesure que la température baisse, étant donné qu'il est plus difficile de récupérer la chaleur de l'air plus frais. La **figure 5** illustre comment le refroidissement de la température de l'air modifie le CP. Cependant, il est à noter que les thermopompes se comparent avantageusement aux installations de chauffage à résistances électriques (CP de 1,0), et ce même lorsque la température est inférieure à –15°C.

Figure 5 : Particularités du rendement de la thermopompe à air typique



Le coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) des thermopompes à air varie de 5,9 à 8,8 (région V), selon la région du Canada. La **figure 6** indique les CPSC de thermopompes à air en service dans différentes parties du pays. Dans le présent document, nous avons retenu trois régions où l'utilisation d'une thermopompe à air serait avantageuse. La première est la côte ouest, une région où le climat est doux et où les thermopompes offrent un rendement élevé. La deuxième – qui englobe une partie de l'Ontario et de la Nouvelle-Écosse ainsi que la zone intérieure de la Colombie-Britannique – est plus froide et offre un rendement intermédiaire. Enfin, la troisième région comprend les zones plus froides de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick de même que la Nouvelle-Écosse, l'Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve. À l'extérieur de ces régions, les thermopompes à air ont des CPSC plus bas et leur utilisation n'est pas rentable.

Économies d'énergie

Vous pouvez arriver à réduire vos frais de chauffage jusqu'à concurrence de 50 p. 100 si vous remplacez votre système électrique par une thermopompe à air entièrement électrique. Vos économies réelles dépendront de plusieurs facteurs, notamment le climat de votre région, le rendement du

Figure 6 : Coefficients de performance de la saison de chauffage (CPSC) des thermopompes à air au Canada

CPSC de 7,7 à 9,5	CPSC de 6,6 à 8,8	CPSC de 5,9 à 6,9
Chilliwack, C.-B.	Kelowna, C.-B.	Kamloops, C.-B.
Nanaimo, C.-B.	Nelson, C.-B.	Prince Rupert, C.-B.
Richmond, C.-B.	Penticton, C.-B.	Lethbridge, Alb.
Vancouver, C.-B.	Chatham, Ont.	Medicine Hat,Alb.
Victoria, C.-B.	Hamilton, Ont.	Maple Creek, Sask.
	Niagara Falls, Ont.	Barrie, Ont.
	Toronto, Ont.	Kingston, Ont.
	Windsor, Ont.	Kitchener, Ont.
	Halifax, N.-É.	London, Ont.
	Yarmouth, N.-É.	North Bay, Ont.
		Ottawa, Ont.
		Sault Ste. Marie, Ont.
		Sudbury, Ont.
		Montreal, QC.
		Quebec, QC.
		Sherbrooke, QC.
		Moncton, N.-B.
		Saint John, N.-B.
		Amherst, N.-É.
		Sydney, N.-É.
		Charlottetown, I.-P-É.
		Grand Bank, T.-N.
		St. John's, T.-N.

système de chauffage en place, le prix du combustible et de l'électricité ainsi que la puissance et le CPSC de la thermopompe choisie.

Des thermopompes à air plus perfectionnées peuvent aussi fournir de l'eau chaude de consommation. On appelle ce type de systèmes des unités « intégrées », puisque le chauffage de l'eau de consommation est intégré au système de conditionnement d'air de la maison. Il peut s'avérer très efficace de chauffer l'eau de cette façon, vos factures diminuant de 25 à 50 p. 100.

Entretien

Le fonctionnement efficace et la durabilité de votre thermopompe dépendent avant tout d'un bon entretien. Vous pouvez exécuter vous-même certaines des tâches d'entretien les plus simples, mais il serait bon de demander à un entrepreneur compétent de procéder à une inspection annuelle de votre appareil. Le temps idéal pour faire cette vérification est la fin de la saison de refroidissement, avant que ne commence la saison de chauffage.

- L'entretien des *filtres* et des *serpentins* a une très grande incidence sur le rendement du système et sur sa durée utile. La saleté qui obstrue les filtres, les serpentins et les ventilateurs fait obstacle à la circulation de l'air dans l'installation, ce qui en diminue le rendement et peut, à la longue, endommager le compresseur.

Vérifiez les filtres tous les mois et nettoyez-les ou remplacez-les conformément aux instructions du fabricant. Vous devriez aussi nettoyer régulièrement les serpentins avec un aspirateur ou une brosse, selon les instructions données dans le manuel de l'utilisateur. Le serpentin extérieur peut être lavé au boyau d'arrosage. Au cours du nettoyage des filtres et des serpentins, efforcez-vous aussi de repérer tout indice d'autres problèmes, comme ceux décrits ci-après.

- Une fois par année, il convient de nettoyer le *ventilateur* et d'en lubrifier le moteur afin de s'assurer qu'il fournit le débit d'air nécessaire au bon fonctionnement de la thermopompe. Profitez de l'occasion pour vérifier la vitesse du ventilateur. Un mauvais réglage des poulies, le relâchement des courroies du ventilateur ou le fonctionnement du moteur à la mauvaise vitesse sont autant de facteurs qui contribuent à réduire le rendement du système.

- Inspectez et nettoyez les *conduites* au besoin, de sorte que la circulation de l'air ne soit pas gênée par un relâchement de l'isolant, une accumulation excessive de poussière ou tout autre objet qui passe quelquefois à travers les grillages.
- Assurez-vous que les *évents* et les *bouches d'aération* ne sont pas obstrués par la présence de meubles, de tapis ou de tout autre objet pouvant gêner la circulation de l'air. Comme on l'a mentionné précédemment, toute obstruction prolongée de la circulation de l'air peut endommager le compresseur.

Vous devrez recourir aux services d'un entrepreneur compétent pour exécuter les tâches d'entretien plus difficiles comme la vérification du niveau du fluide frigorigène et le réglage des pièces électriques et mécaniques de l'appareil.

Les contrats d'entretien des thermopompes sont semblables à ceux visant l'entretien des systèmes de chauffage au mazout et au gaz. Les thermopompes sont toutefois plus perfectionnées que les installations classiques, ce qui fait que leur entretien peut coûter plus cher. Par contre, d'après une étude menée par l'Association canadienne de l'électricité, le coût des contrats d'entretien – dont la durée est habituellement de deux à cinq ans après l'expiration de la garantie du fabricant – est inférieur à 100 $ par année. Cette étude indique également que les frais d'entretien sont en moyenne inférieurs à 50 $ par année.

Frais de fonctionnement

Les frais de chauffage d'une thermopompe peuvent être inférieurs à ceux des autres installations de chauffage, particulièrement des systèmes de chauffage électriques.

Toutefois, les économies que vous pouvez prévoir dépendent du système de chauffage en place dans votre foyer – à l'électricité, au mazout, au propane ou au gaz naturel – et du prix relatif de ces sources d'énergie dans votre région. L'utilisation d'une thermopompe vous permettra en effet de réduire votre consommation de gaz ou de mazout, mais exigera une plus grande quantité d'électricité. Si vous habitez une région où l'électricité coûte cher, ou encore où le combustible est peu coûteux, vos frais de fonctionnement peuvent être plus élevés. Compte tenu de ces facteurs, vous pourriez avoir besoin soit de quelques années, soit d'une décennie ou plus

pour récupérer votre investissement dans une thermopompe. Vous trouverez plus loin une comparaison des coûts de chauffage au moyen de thermopompes à air, de pompes géothermiques et de systèmes de chauffage électriques.

Durée de service et garanties

La durée utile des thermopompes à air varie de 15 à 20 ans. Le compresseur est l'élément le plus vulnérable de l'installation.

La majorité des thermopompes sont assorties d'une garantie d'un an sur les pièces et la main-d'œuvre et d'une garantie additionnelle de cinq ans pour le compresseur (pièces seulement). Comme ces garanties varient d'un fabricant à l'autre, vérifiez-en attentivement tous les détails.

Pompes géothermiques

Les pompes géothermiques utilisent le sol, les eaux souterraines ou les deux comme source de chaleur durant l'hiver et comme évacuateur de la chaleur récupérée dans la maison pendant l'été. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on les appelle pompes géothermiques. La chaleur est puisée dans le sol au moyen d'un liquide comme de l'eau souterraine ou une solution antigel. L'air est chauffé dans la thermopompe, puis libéré à l'intérieur de la maison. En été, le processus est inversé : la chaleur est retirée de l'air de la maison et transférée au sol par l'eau souterraine ou la solution antigel. Dans les systèmes géothermiques à détente directe, la solution antigel est remplacée par du frigorigène dans un échangeur de chaleur souterrain.

Les installations géothermiques peuvent être utilisées conjointement à une installation de chauffage à air pulsé ou à un système à eau chaude. Elles peuvent également être conçues et installées de manière à assurer le chauffage seulement, le chauffage combiné à un refroidissement passif ou le chauffage et un refroidissement actif. Les installations réservées au chauffage n'offrent pas de refroidissement. Les systèmes de refroidissement passif pompent de l'eau froide ou de l'antigel dans l'installation sans avoir recours à la thermopompe, tandis que les appareils de refroidissement actif fonctionnent de la façon décrite ci-après.

Fonctionnement des pompes géothermiques

Tous les systèmes géothermiques comportent deux parties: un réseau de tuyaux souterrains situés à l'extérieur de la maison et une thermopompe placée à l'intérieur. Contrairement aux thermopompes à air – dont un échangeur de chaleur (et souvent le compresseur) est placé à l'extérieur –, les pompes géothermiques sont installées entièrement à l'intérieur de la maison.

Le réseau de tuyaux extérieurs peut être à *circuit ouvert* ou à *circuit fermé*. Le réseau à circuit ouvert capte la chaleur contenue dans une masse d'eau souterraine. L'eau est pompée d'un puits jusqu'à l'échangeur de chaleur, qui en extrait la chaleur. Celle-ci est ensuite déversée dans un plan d'eau de surface, par exemple un ruisseau ou un étang, ou acheminée au réservoir souterrain par un autre puits.

Les installations à circuit fermé retirent la chaleur du sol au moyen d'une boucle continue et enfouie. Une solution antigel (ou du frigorigène dans le cas des systèmes géothermiques à détente directe) est refroidie par le système de réfrigération de la thermopompe à une température sensiblement inférieure à celle du sol et elle circule dans la boucle, absorbant la chaleur du sol environnant.

Le cycle de chauffage

Au cours du cycle de chauffage, l'eau souterraine, la solution antigel ou le frigorigène (qui a circulé dans les tuyaux souterrains et absorbé la chaleur du sol) est acheminé vers l'unité placée à l'intérieur de la maison. Dans le cas des systèmes utilisant de l'eau souterraine ou une solution antigel, le liquide traverse l'échangeur de chaleur primaire (rempli de fluide frigorigène). S'il s'agit d'un système à détente directe, le frigorigène entre directement dans le compresseur, sans passer par un échangeur de chaleur intermédiaire.

La chaleur se transmet au frigorigène, qui est porté à ébullition jusqu'à ce qu'il se transforme en vapeur à basse température. Dans les systèmes à circuit ouvert, l'eau souterraine est ensuite rejetée dans un étang ou un puits. Dans les systèmes à circuit fermé, la solution antigel ou le frigorigène est réacheminé vers le réseau de tuyaux souterrains afin d'être chauffé de nouveau.

Le robinet inverseur dirige le frigorigène sous forme de vapeur vers le compresseur. Celui-ci comprime la vapeur, ce qui a pour effet d'en réduire le volume et d'en augmenter la température.

Enfin, le robinet inverseur pousse le gaz ainsi réchauffé vers le condenseur, où la chaleur est libérée. De l'air est soufflé dans le serpentin, réchauffé et pulsé dans le réseau de conduites afin de réchauffer la maison. Après s'être départi de sa chaleur, le frigorigène traverse le détendeur, dans lequel sa température et sa pression sont abaissées. Il est ensuite acheminé soit au premier échangeur de chaleur, soit dans le sol s'il s'agit d'un système à détente directe, puis le cycle recommence.

Eau chaude de consommation

Dans certains types de pompes géothermiques, un échangeur de chaleur (aussi appelé désurchauffeur) extrait de la chaleur du frigorigène chaud qui quitte le compresseur. De l'eau en provenance du chauffe-eau de la maison est pompée dans un serpentin situé en amont du condenseur, de sorte qu'une partie de la chaleur qui aurait été dissipée dans le condenseur sert à chauffer l'eau. Il y a toujours un surplus de chaleur lorsque l'appareil fonctionne en mode refroidissement et par temps doux en mode chauffage, quand la thermopompe est au-dessus du point d'équilibre et ne fonctionne pas à pleine capacité. D'autres installations géothermiques chauffent l'eau de consommation sur demande : dans ce cas, l'appareil complet sert à chauffer l'eau au besoin.

Si les pompes géothermiques peuvent servir au chauffage de l'eau, c'est parce que leur compresseur se trouve à l'intérieur de la maison. Ces appareils ayant une capacité de chauffage relativement constante, ils peuvent habituellement assurer du chauffage pendant beaucoup plus d'heures que nécessaire pour chauffer la maison.

Le cycle de refroidissement

Le cycle de refroidissement s'effectue essentiellement à l'inverse du cycle de chauffage. Le robinet inverse le sens de l'écoulement du frigorigène, qui récupère la chaleur contenue dans l'air de la maison. Dans le cas des systèmes à détente directe, la chaleur est transférée directement. Autrement, elle passe soit dans l'eau souterraine (lorsqu'il s'agit d'un système à

circuit ouvert) soit dans la solution antigel (dans le cas des systèmes à circuit fermé), que la pompe achemine vers l'extérieur – jusqu'à un plan d'eau ou un puits de retour (circuit ouvert) ou jusqu'aux tuyaux souterrains (circuit fermé). Ici encore, il est possible d'utiliser une partie de la chaleur excédentaire pour préchauffer l'eau de consommation.

Contrairement aux thermopompes à air, les pompes géothermiques n'exigent pas de cycle de dégivrage. La température du sous-sol est en effet beaucoup plus stable que celle de l'air et, comme la pompe elle-même est située à l'intérieur, le givre ne cause pas les mêmes ennuis.

Composition de l'installation

Comme le montre la **figure 7**, les systèmes géothermiques se composent de trois éléments principaux : la thermopompe proprement dite, le liquide servant à l'échange de chaleur (circuit ouvert ou fermé) et le réseau de transport de l'air (conduites).

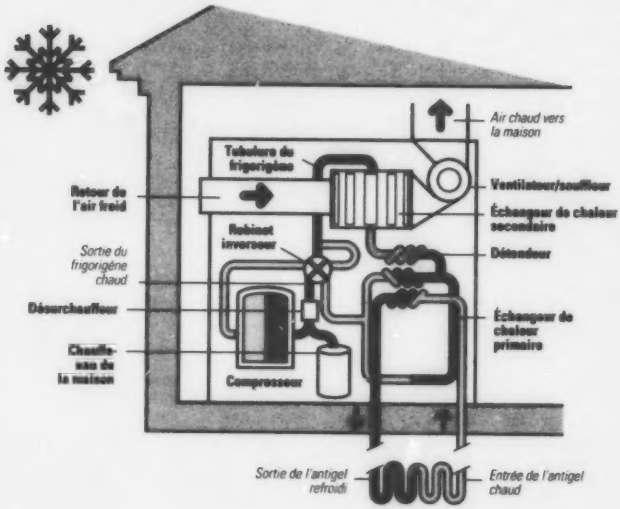
Il existe différents types de pompes géothermiques. Dans les appareils monobloc, le souffleur, le compresseur, l'échangeur de chaleur et le serpentin sont logés dans un même boîtier. Quant aux systèmes bibloc, ils permettent d'ajouter un serpentin à un système de chauffage à air pulsé et d'utiliser le souffleur et le générateur d'air chaud.

Efficacité énergétique

Comme dans le cas des thermopompes à air, le rendement des pompes géothermiques varie beaucoup selon les modèles. Les pompes géothermiques qui utilisent des eaux souterraines comme source de chaleur, aussi appelées systèmes à circuit ouvert, ont un CP variant de 3,0 à 4,0 et un rendement énergétique (RE) allant de 11,0 à 17,0. Les systèmes à circuit fermé possèdent un CP se situant entre 2,5 et 4,0, tandis que leur RE varie de 10,5 à 20,0.

L'efficacité minimale de chaque catégorie de pompes géothermiques est réglementée dans les mêmes juridictions que les thermopompes à air. Au cours des cinq dernières années, le rendement des pompes géothermiques

Figure 7 : Éléments de la pompe géothemique typique



s'est grandement amélioré. Aujourd'hui, les améliorations apportées aux compresseurs, aux moteurs et aux commandes des thermopompes à air sont aussi appliquées aux pompes géothermiques, ce qui en accroît encore davantage l'efficacité.

Les pompes géothermiques dont le rendement énergétique va de bas à moyen comportent un compresseur alternatif ou un compresseur volumétrique rotatif à vitesse unique ainsi qu'un ratio frigorigène-air relativement normal, mais elles comportent un échangeur de chaleur frigorigène-eau surdimensionné à surface améliorée. Les unités à rendement moyen utilisent un compresseur à conduit spiralé ou un compresseur alternatif perfectionné. Quant aux appareils à rendement élevé, ils comportent le plus souvent un compresseur à deux vitesses, un ventilateur intérieur à vitesse variable, ou les deux à la fois, et un échangeur de chaleur à peu près semblable à celui des autres systèmes.

Figure 8 : Rendement des pompes géothermiques à circuit ouvert (température de l'eau à l'entrée : 10° C)

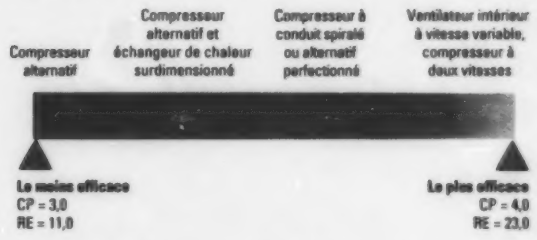
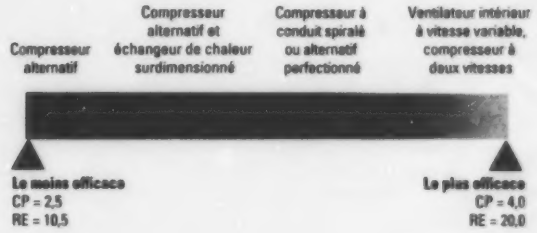


Figure 9 : Rendement des pompes géothermiques à circuit fermé (température de la solution antigel à l'entrée : 0° C)



Puissance

Comme on l'a déjà mentionné, la température du sol, contrairement à celle de l'air, demeure assez constante. En conséquence, le rendement virtuel du système géothermique varie très peu au cours de l'hiver, et l'installation peut répondre à presque toute la demande de chauffage des locaux et fournir, en prime, l'énergie nécessaire au chauffage de l'eau.

Comme pour les thermopompes à air, toutefois, il n'est pas conseillé de dimensionner le système géothermique de façon à répondre à tous les besoins de chaleur de la maison. L'installation géothermique est le plus rentable lorsqu'elle satisfait 60 à 70 p. 100 de la demande maximale globale (locaux et eau). Un système de chauffage d'appoint permettra de répondre aux besoins exceptionnels lorsque les rigueurs de l'hiver occasionneront une charge de pointe. L'installation configurée de cette façon peut fournir environ 95 p. 100 de l'énergie nécessaire au chauffage des pièces et de l'eau.

Les pompes géothermiques à vitesse variable ou à puissance variable possèdent un compresseur à deux vitesses. À basse vitesse, ce type de système peut répondre à tous les besoins de refroidissement et à la plupart des besoins de chaleur; il passe à la deuxième vitesse seulement lorsque la demande de chaleur est élevée.

Il existe sur le marché des pompes géothermiques de puissances variées pour satisfaire aux exigences du climat canadien. Ces appareils, dont la puissance varie entre 0,7 kW et 35 kW (de 2 400 à 120 000 Btu/h), offrent en option le chauffage de l'eau de consommation.

Conception

Contrairement aux thermopompes à air, les pompes géothermiques exigent un puits ou un système de tubulure en boucle pour recueillir la chaleur du sol ou l'y dissiper.

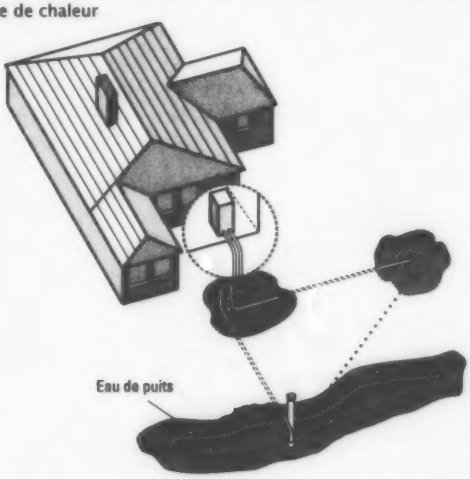
Système à circuit ouvert

Comme on l'a déjà précisé, le système à circuit ouvert **(figure 10)** utilise de l'eau souterraine provenant d'un puits ordinaire comme source de chaleur. L'eau est pompée dans la thermopompe, où la chaleur en est extraite. L'eau utilisée est ensuite déversée dans un cours d'eau, un étang, un fossé, un tuyau de drainage, une rivière ou un lac. Ce procédé est mieux connu sous le nom d'évacuation à ciel ouvert. (Cette méthode n'est peut-être pas approuvée dans votre région. Renseignez-vous auprès des autorités locales.)

On peut aussi rejeter l'eau utilisée dans un puits d'élimination, c'est-à-dire un second puits qui renvoie l'eau dans le sol. Ce type de puits doit être suffisamment grand pour éliminer toute l'eau qui circule dans la thermopompe et il doit être creusé par un puisatier d'expérience. Si vous avez déjà un puits supplémentaire, l'entrepreneur qui installe votre thermopompe doit s'assurer, auprès d'un puisatier, qu'il peut servir de puits d'élimination.

Peu importe la méthode employée, l'installation doit être entièrement sûre pour l'environnement. La thermopompe n'a pour fonction que de retirer la chaleur de l'eau ou d'y en ajouter; ce procédé ne comporte aucun polluant du milieu. La seule modification apportée à l'eau qui retourne à la terre est une légère augmentation ou diminution de sa température.

Figure 10 : Système à circuit ouvert utilisant l'eau d'un puits comme source de chaleur



La puissance de la thermopompe et les prescriptions techniques du fabricant déterminent la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement du système à circuit ouvert. Le besoin d'eau de chaque modèle de thermopompe s'exprime normalement en litres par seconde (L/s) et est précisé dans le devis technique de l'appareil. Une thermopompe moyenne d'une puissance de 10 kW (34 000 Btu/h) utilise entre 0,45 et 0,75 L/s.

L'ensemble puits-pompe doit être d'une capacité suffisante pour fournir la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement de la thermopompe et satisfaire à la demande d'eau de consommation de la maisonnée. Il se peut que vous deviez augmenter la capacité de votre réservoir sous pression ou modifier la tuyauterie de votre maison pour apporter assez d'eau à la thermopompe.

La mauvaise qualité de l'eau peut entraîner de sérieux problèmes dans le cas de systèmes à circuit ouvert. On doit donc éviter de se servir d'eau provenant d'une source, d'un étang, d'une rivière ou d'un lac pour faire fonctionner la thermopompe, à moins qu'il n'ait été établi que cette eau ne contient pas de quantités excessives de particules et de matières organiques, et qu'elle est suffisamment chaude tout au long de l'année (le plus souvent au-dessus de 5°C) pour empêcher

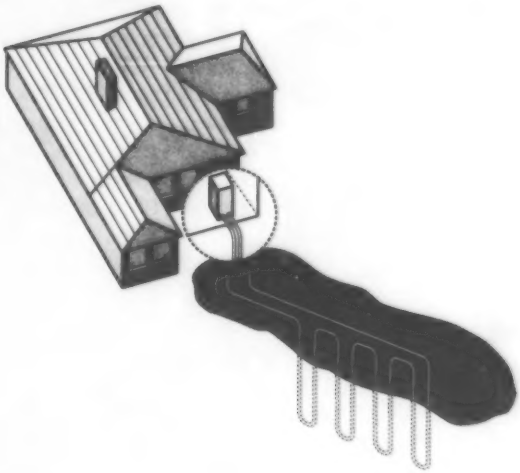
le gel de l'échangeur de chaleur. Les particules et autres matières peuvent en effet obstruer la thermopompe et la rendre inutilisable en peu de temps. Avant de procéder à l'installation d'une thermopompe, il est bon de soumettre l'eau à des analyses afin d'en établir le degré d'acidité, la dureté et la teneur en fer. L'entrepreneur qui se chargera d'installer la thermopompe ou le fabricant de l'appareil sont en mesure de vous renseigner sur la qualité d'eau qui est acceptable et sur les circonstances dans lesquelles il peut être nécessaire d'utiliser un échangeur de chaleur fait d'un matériau spécial. L'installation d'un système à circuit ouvert est souvent régie par les règlements locaux de zonage ou assujettie à un permis. Vérifiez auprès des autorités locales si certaines restrictions s'appliquent à la région que vous habitez.

Système à circuit fermé

Le système à circuit fermé, qui puise la chaleur dans le sol même, fonctionne à partir d'une boucle continue formée de tubes de plastique de conception spéciale, enfouis dans la terre. On utilise des tubes de cuivre dans le cas des systèmes à détente directe. La tubulure est raccordée à la thermopompe, installée dans la maison, et forme une boucle souterraine étanche dans laquelle circule une solution antigel ou un liquide frigorigène. Alors que l'installation à circuit ouvert utilise de l'eau provenant d'un puits, le système à circuit fermé permet la recirculation de la solution servant au transfert de la chaleur dans un tubulure sous pression.

La tubulure est disposée à *la verticale* et à *l'horizontale*. La configuration verticale du circuit fermé **(figure 11)** convient à la plupart des propriétés de banlieue, où l'espace est restreint. Les tubes sont insérés dans des trous d'un diamètre de 150 mm (6 po), jusqu'à une profondeur variant entre 18 et 60 m (de 60 à 200 pi), selon l'état du sol et la puissance de l'installation. Il faut normalement prévoir une longueur de 80 à 110 m (de 270 à 350 pi) de tubes pour chaque tonne (3,5 kW ou 12 000 Btu/h) de puissance de la thermopompe. Des tubes en U sont insérés dans les trous. Pour les systèmes à détente directe, le diamètre des trous peut être plus petit, ce qui peut réduire les frais de creusage.

Figure 11 : Montage vertical d'un système à circuit fermé à boucle en U unique

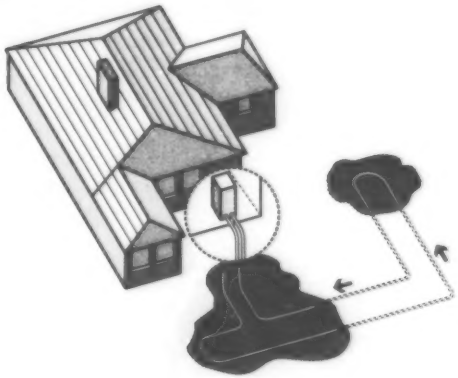


La disposition horizontale **(figure 12)** se retrouve plus fréquemment dans les régions rurales, où les terrains sont grands. La tubulure est installée dans des tranchées d'une profondeur variant entre 1,0 et 1,8 m (de 3 à 6 pi) selon le nombre de tubes dans chaque tranchée. En règle générale, il faut prévoir de 120 à 180 m (de 400 à 600 pi) de tubes par tonne de puissance. Par exemple, une maison bien isolée d'une superficie de 185 m^2 (2 000 pi^2) exige normalement une installation d'une puissance de trois tonnes, soit de 360 à 540 m (de 1 200 à 1 800 pi) de tubes.

L'échangeur de chaleur horizontal le plus répandu est constitué de deux tuyaux placés côte à côte dans la même tranchée. Lorsque l'espace est restreint, on recourt parfois à un échangeur de chaleur en spirale, et on peut même superposer quatre ou six tubes dans des tranchées plus courtes.

Quel que soit l'agencement que vous choisissez, la tubulure destinée à recevoir la solution antigel doit être faite de polyéthylène ou de polybutylène de série 100 et comporter des joints soudés par fusion thermique (plutôt que des raccords mécaniques, des brides ou des joints collés) afin d'assurer l'étanchéité des joints pendant la durée utile de la tubulure. Correctement installés, ces tubes peuvent servir pendant 25 à 75 ans. Ils résistent bien à l'action des produits

Figure 12 : Montage horizontal d'un système à circuit fermé à couche unique



chimiques contenus dans le sol et sont de bons conducteurs de chaleur. Quant à la solution antigel, elle doit recevoir l'approbation des autorités locales en matière d'environnement. Pour les systèmes à détente directe, il faut utiliser des tubes de cuivre destinés à être utilisés avec un frigorigène.

La présence de circuits verticaux ou horizontaux n'a aucun effet défavorable sur le paysage pourvu que les trous et les tranchées soient bien remblayés et le sol fermement compacté.

Pour les circuits disposés à l'horizontale, il faut creuser des tranchées d'une largeur de 150 à 600 mm (de 6 à 24 po). Les espaces dénudés créés par ces travaux peuvent être restaurés avec du gazon. Quant aux circuits verticaux, leur pose exige peu d'espace et cause peu de dommages à la pelouse.

Il est important de confier à un entrepreneur compétent l'installation des circuits horizontaux et verticaux. Les tubes de plastique doivent être soudés par fusion thermique, et on doit veiller à établir un bon contact entre le sol et la tubulure afin que le transfert de la chaleur se fasse correctement, comme c'est le cas avec les trous cimentés à l'aide d'une caisse à couler. Cet élément est particulièrement important dans le cas des systèmes à échangeur de chaleur vertical. Une mauvaise installation du circuit peut empêcher la thermopompe de fournir un rendement optimal.

Installation

Comme les thermopompes à air, les pompes géothermiques doivent être conçues et installées par un entrepreneur qualifié. Il est conseillé de vous adresser à un entrepreneur local spécialiste des thermopompes pour concevoir, installer et entretenir votre équipement. Vous serez ainsi assuré d'avoir une installation efficace et fiable. Il faut aussi veiller à ce qu'on s'en tienne rigoureusement aux instructions du fabricant. Toutes les installations doivent être conformes aux exigences de la norme CSA C445 de l'Association canadienne de normalisation.

Le coût des pompes géothermiques (installation comprise) varie en fonction de l'état de l'emplacement; toutefois, il peut atteindre deux fois celui d'un système de chauffage au gaz, à l'électricité ou au mazout assorti d'un appareil de climatisation d'appoint. Le coût total d'un système à circuit ouvert peut être moindre. Les frais supplémentaires sont attribuables au collecteur souterrain, qu'il s'agisse d'un circuit ouvert ou fermé. Il faut par ailleurs installer des conduites dans les maisons qui n'ont pas de réseau de distribution d'air. Le degré de difficulté de ces travaux varie selon les cas et doit être évalué par l'entrepreneur.

Les frais d'installation sont aussi fonction du type de collecteur souterrain choisi et des exigences techniques de l'équipement. Pour que le projet en vaille la peine sur le plan financier, il faut que la diminution de vos frais d'énergie vous permette de récupérer en moins de cinq ans les frais déboursés au moment de l'installation.

Renseignez-vous auprès du service public d'électricité de votre localité pour savoir quels avantages vous auriez à investir dans l'achat d'une pompe géothermique. On offre parfois un régime de financement à frais réduits aux acquéreurs d'installations approuvées.

Principaux avantages des pompes géothermiques

Efficacité

Au Canada, où la température de l'air peut descendre sous –30°C et où la température du sol en hiver varie entre –2°C et 4°C, les systèmes à pompe géothermique ont un coefficient de performance (CP) allant de 2,5 à 3,8.

Les **figures 13** et **14** illustrent les coefficients de performance de la saison de chauffage (CPSC). Ces coefficients sont calculés à peu près de la même manière que ceux associés aux thermopompes à air sauf que, dans ce cas-ci, on tient compte de la puissance des systèmes offerts sur le marché et de la température des eaux souterraines dans diverses régions du Canada. On connaît le CP et le RE des pompes géothermiques, mais il faut quand même évaluer leur performance pendant la saison de chauffage pour être en mesure de comparer leurs coûts de fonctionnement avec ceux des thermopompes à air.

Dans les régions méridionales du Canada, le CPSC des pompes géothermiques à circuit ouvert varie de 8,3 à 11,6 comparativement à un CPSC de 3,4 pour le chauffage à résistances électriques. Toujours dans les régions méridionales, les installations à circuit fermé ont un CPSC variant entre 6,5 et 11,2, la valeur la plus élevée étant celle du système à circuit fermé le plus efficace sur le marché. La **figure 13** (page 36) montre les CPSC des systèmes à circuit ouvert dans diverses régions climatiques du Canada, tandis que la **figure 14** (page 37) illustre le CPSC des systèmes à circuit fermé.

Figure 13 : Coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) pour les pompes géothermiques à circuit ouvert au Canada

CPSC de 8,9 à 11,6

Chilliwack, C.-B.
Nanaimo, C.-B.
Richmond, C.-B.
Vancouver, C.-B.
Victoria, C.-B.

CPSC de 8,8 à 11,3

Kelowna, C.-B.
Nelson, C.-B.
Penticton, C.-B.
Chatham, Ont.
Hamilton, Ont.
Niagara Falls, Ont.
Toronto, Ont.
Windsor, Ont.
Halifax, N.-É.
Yarmouth, N.-É.

CPSC de 8,3 à 10,2

Kamloops, C.-B.
Prince Rupert, C.-B.
Lethbridge, Alb.
Medicine Hat, Alb.
Maple Creek, Sask.
Barrie, Ont.
Kingston, Ont.
Kitchener, Ont.
London, Ont.
North Bay, Ont.
Ottawa, Ont.
Sault Ste. Marie, Ont.
Sudbury, Ont.
Montreal, QC.
Quebec, QC.
Sherbrooke, QC.
Moncton, N.-B.
Saint John, N.-B.
Amherst, N.-É.
Sydney, N.-É.
Charlottetown, Î.-P.-É.
Grand Bank, NF.
St. John's, NF.

CPSC de 7,8 à 9,2

Prince George, C.-B.
Banff, Alb.
Calgary, Alb.
Edmonton, Alb.
Peace River, Alb.
Prince Albert, Sask.
Regina, Sask.
Saskatoon, Sask.
Brandon, MB.
Winnipeg, MB.
Thunder Bay, Ont.
Timmins, Ont.
Chicoutimi, QC.
Rimouski, QC.
Shawinigan, QC.
Edmunston, N.-B.

Figure 14 : Coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) pour les pompes géothermiques à circuit fermé au Canada

CPSC de 7,8 à 11,2	CPSC de 7,5 à 10,9	CPSC de 6,5 à 9,1	CPSC de 5,7 à 7,8
Chilliwack, C.-B.	Kelowna, C.-B.	Kamloops, C.-B.	Prince George, C.-B.
Nanaimo, C.-B.	Nelson, C.-B.	Prince Rupert, C.-B.	Banff, Alb.
Richmond, C.-B.	Penticton, C.-B.	Lethbridge, Alb.	Calgary, Alb.
Vancouver, C.-B.	Chatham, Ont.	Medicine Hat, Alb.	Edmonton, Alb.
Victoria, C.-B.	Hamilton, Ont.	Maple Creek, Sask.	Peace River, Alb..
	Niagara Falls, Ont.	Barrie, Ont.	Prince Albert, Sask.
	Toronto, Ont.	Kingston, Ont.	Regina, Sask.
	Windsor, Ont.	Kitchener, Ont.	Saskatoon, Sask.
	Halifax, N.-É.	London, ON.	Brandon, MB.
	Yarmouth, N.-É.	North Bay, Ont.	Winnipeg, MB.
		Ottawa, Ont.	Thunder Bay, Ont.
		Sault Ste. Marie, Ont.	Timmins, Ont.
		Sudbury, Ont.	Chicoutimi, QC.
		Montreal, QC.	Rimouski, QC.
		Quebec, QC.	Shawinigan, QC.
		Sharbrooke, QC.	Edmunston, N.-B.
		Moncton, N.-B.	
		Saint John, N.-B.	
		Amherst, N.-É.	
		Sydney, N.-É.	
		Charlottetown, Î.-P.É.	
		Grand Bank, T.-N.	
		St. John's,T.-N.	

Économies d'énergie

Une pompe géothermique vous fera économiser beaucoup en frais de chauffage et de refroidissement. Elle permet des économies de l'ordre de 65 p. 100 des frais occasionnés par l'utilisation d'un système de chauffage électrique.

En moyenne, une pompe géothermique permet d'économiser environ 40 p. 100 de plus qu'il ne serait possible de le faire avec une thermopompe à air. Cela s'explique par le fait qu'en hiver, la température du sol est plus élevée que celle de l'air. En conséquence, la pompe géothermique peut fournir plus de chaleur au cours de l'hiver que ne peut le faire une thermopompe qui puise la chaleur de l'air.

Dans la pratique, les économies d'énergie réalisées dépendent du climat local, du rendement du système de chauffage en place, du coût du combustible et de l'électricité, de la puissance de l'appareil et du coefficient de performance de la thermopompe, mesuré selon les exigences de la CSA. Plus loin dans la présente publication, on comparera les frais de chauffage d'une pompe géothermique avec ceux d'un système de chauffage électrique, en plus des thermopompes à air.

Chauffage de l'eau de consommation

Le recours à une pompe géothermique peut également réduire les frais de chauffage de l'eau de consommation. Certains de ces appareils sont munis d'un désurchauffeur qui utilise une partie de la chaleur recueillie pour préchauffer l'eau, tandis que d'autres modèles plus récents passent automatiquement au chauffage de l'eau sur demande. Grâce à ces particularités, ces installations vous permettent de réduire vos frais de chauffage de l'eau dans une proportion de 25 à 50 p. 100.

Entretien

Les pompes géothermiques exigent peu d'entretien de votre part. De fait, les travaux d'entretien devraient être confiés à un entrepreneur compétent, qui devrait idéalement procéder à la vérification de votre appareil une fois par année.

- Tout comme dans le cas des thermopompes à air, l'entretien des *filtres* et des *serpentins* a une grande incidence sur le rendement de l'installation et sa durée utile. La saleté qui obstrue les filtres, les serpentins ou les ventilateurs fait obstacle à la circulation de l'air dans la thermopompe. Cela diminue le rendement de l'installation et peut, à la longue, endommager le compresseur.

- On doit nettoyer le *ventilateur* pour s'assurer qu'il fournit le débit d'air nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil. Il faut, par la même occasion, vérifier la vitesse du ventilateur. Le mauvais réglage des poulies, le relâchement de la courroie ou le fonctionnement de l'appareil à la mauvaise vitesse sont autant de facteurs qui contribuent à réduire le rendement de l'installation.
- Il faut inspecter et nettoyer les *conduites* selon les besoins, pour s'assurer que le débit d'air n'est pas gêné par le relâchement de l'isolant, une accumulation excessive de poussière ou tout autre objet que peuvent quelquefois laisser passer les grillages.
- Assurez-vous que les *évents* et les *bouches d'aération* ne sont pas obstrués par la présence de meubles, de tapis ou de tout autre objet pouvant gêner la circulation de l'air.
- Dans le cas d'un système à circuit ouvert, il est possible que des dépôts minéraux se forment à l'intérieur de l'échangeur de chaleur de la thermopompe. Une inspection régulière et, au besoin, un nettoyage fait par un entrepeneur compètent à l'aide d'une solution acide douce suffit à dissoudre ces dépôts. Le système à circuit fermé exige moins d'entretien à la longue parce qu'il est étanche et sous pression, ce qui élimine la possibilité d'accumulation de dépôts minéraux ou ferreux.

Les contrats d'entretien des pompes géothermiques sont semblables à ceux que l'on offre pour les systèmes de chauffage au mazout et au gaz.

Frais de fonctionnement

Les frais de fonctionnement d'une pompe géothermique sont habituellement largement inférieurs à ceux des autres installations de chauffage, en raison des économies de combustible que permet la pompe. Un installateur compétent devrait être en mesure de vous renseigner sur la quantité d'électricité que consomment les divers modèles de pompes géothermiques.

Toutefois, les économies que vous pouvez faire dépendent du type de système de chauffage que vous avez – à l'électricité, au mazout ou au gaz naturel – et du prix de ces différentes sources d'énergie dans votre région. L'utilisation d'une thermopompe permet de consommer moins de gaz ou

de mazout, mais elle fait augmenter la consommation d'électricité. Si vous habitez une région où l'électricité coûte cher, vos frais de fonctionnement peuvent être plus élevés. La période de récupération du coût d'une pompe géothermique peut donc aller jusqu'à une décennie ou plus. Vous trouverez, plus loin dans cette publication, des estimations du coût de fonctionnement des pompes géothermiques.

Durée de service et garanties

La durée utile d'une pompe géothermique varie entre 20 et 25 ans. Elle est supérieure à celle de la thermopompe à air, parce que le compresseur est soumis à des efforts thermiques et mécaniques moindres et qu'il est protégé des intempéries.

La majorité des pompes géothermiques s'assortissent d'une garantie d'une année quant aux pièces et à la main-d'œuvre, et certains fabricants offrent une garantie prolongée. Comme ces garanties varient d'un fabricant à l'autre, il est prudent d'en vérifier attentivement tous les détails.

Comparaison des coûts de chauffage : Thermopompes et systèmes de chauffage électriques

Facteurs influant sur la comparaison des coûts de chauffage

Comme on l'a dit plus tôt, les économies auxquelles vous pouvez vous attendre en utilisant une thermopompe pour chauffer votre maison dépendent d'un certain nombre de facteurs :

- le coût de l'électricité et des autres combustibles dans votre région;
- l'emplacement de votre maison – la rigueur de l'hiver;
- le type et l'efficacité de la thermopompe que vous envisagez d'acheter – selon que son CPSC ou son CP la situe plutôt parmi les appareils les moins efficaces ou les plus efficaces, comme le montrent les **figures 4, 8 et 9**;

- la façon dont la thermopompe est dimensionnée ou choisie en fonction de la maison – le point d'équilibre au-dessous duquel il faut utiliser un système de chauffage supplémentaire.

Résultats de la comparaison

Le **tableau 1** (page 42) montre les frais de chauffage occasionnés par six modèles de thermopompes et un système de chauffage électrique. On a choisi sept endroits au Canada pour établir les comparaisons. Six de ces endroits sont des villes; le septième est une région, soit l'Ontario central rural. Dans chacun des endroits retenus, le coût de l'électricité est différent. Les résultats dans d'autres villes de la même région climatique peuvent différer en raison des variations du prix de l'électricité.

Le tableau indique l'échelle à l'intérieur de laquelle devraient se situer les frais d'énergie annuels de chaque système, selon la région. On a tenu compte des variations possibles sur le plan de l'efficacité de l'équipement, de la taille de la maison et des besoins annuels de chauffage, ainsi que du rapport entre le rendement de la thermopompe et les pertes de chaleur de la maison. Selon le **tableau 1**, c'est à Vancouver, là où le climat est le plus doux, que les frais de fonctionnement sont le plus bas, et ce pour tous les systèmes. L'Ontario central rural enregistre les coûts de fonctionnement les plus élevés pour la plupart des systèmes. Dans tous ces cas estimatifs, les thermopompes occasionnent des coûts de chauffage annuels moins élevés que les systèmes de chauffage électriques. Il faut aussi noter que, dans tous les endroits étudiés, les pompes géothermiques à circuit ouvert coûtent moins cher à faire fonctionner que les systèmes à circuit fermé.

Les comparisons présentées dans le **tableau 1** portent seulement sur les frais d'énergie servant au chauffage des locaux. Certaines thermopompes sont équipées d'un désurchauffeur servant au chauffage de l'eau de consommation, ce qui peut réduire les coûts de 25 à 50 p. 100. Cela permettrait de réaliser des économies additionnelles et améliorerait le rendement dc l'invstissement. En outre, il est possible de récupérer de l'argent et d'économiser de l'énergie avec une thermopompe qui peut répondre aux besoins de refroidissment des locaux.

Tableau 1 :

Comparaison des coûts de chauffage :

Thermopompes et systèmes de chauffage électriques

Endroit	Système électrique AFUE* à 100 %	Thermopompe à air (rendement ordinaire)	Thermopompe à air (rendement élevé)
Vancouver	465$ - 925$	205$ - 395$	185$ - 345$
Calgary	1 155$ - 2310$	—	—
Winnipeg	865$ - 1725$	—	—
Ontrio central rural	1300$ - 2600$	780$ - 1 580$	730$ - 1355$
Toronto	740$ - 1295$	380$ - 660$	345$ - 560$
Montréal	830$ - 1660$	500$ - 1010$	465$ - 870$
Halifax	785$ - 1370$	400$ - 700$	365$ - 590$

Notes

- Prix de l'électricité (pour le dernier plateau de consommation) dans le secteur résidentiel en mars 1993, tels que fournis par les services publics locaux. Les tarifs vont de 4,98 ¢ le kWh (Vancouver) à 8,37 ¢ le kWh (Ontario central rural).
- * AFUE : Annual Fuel Utilization Efficiency (efficacité d'utilisation annuelle du combustible – Rendement saisonnier)

Fourchette de coûts en $

Pompe géo. à circuit ouvert (rendement ordinaire)	**Pompe géo. à circuit ouvert** (rendement élevé)	**Pompe géo. à circuit fermé** (rendement ordinaire)	**Pompe géo. à circuit fermé** (rendement élevé)
175$ - 340$	140$ - 280$	180$ - 370$	140$ - 310$
500$ - 1000$	430$ - 915$	580$ - 1190$	505$ - 1130$
375$ - 750$	320$ - 685$	435$ - 890$	375$ - 845$
530$ - 1040$	435$ - 915$	580$ - 1200$	490$ - 1100$
285$ - 480$	225$ - 400$	295$ - 525$	230$ - 440$
340$ - 665$	280$ - 585$	370$ - 770$	315$ - 705$
300$ - 510$	235$ - 425$	310$ - 555$	245$ - 465$

- Les coûts indiqués s'appliquent uniquement au chauffage des locaux. Les pompes géothermiques sont souvent équipées d'un désurchauffeur qui facilite le chauffage de l'eau. Un désurchauffeur peut réduire les factures annuelles de chauffage de l'eau à l'électricité de 100 $ à 200 $. L'ajout de ces économies à celles réalisées sur le chauffage des locaux (et sur les frais de refroidissement des locaux) a pour effet de raccourcir la période de récupération des frais d'installation d'une pompe géothermique.
- Les coûts indiqués se fondent sur les CPSC des figures 6, 13 et 14 et sur des besoins de chauffage variant de 4,5 kWh à 17,5 kWh (de 15 000 Btu/h à 60 000 Btu/h).

Augmentation de la puissance d'entrée électrique

D'une façon générale, il n'est pas nécessaire d'augmenter la puissance d'entrée électrique au moment de l'installation d'une thermopompe d'appoint utilisant l'air comme source de chaleur. Il peut cependant être nécessaire de le faire en raison de l'usure de l'installation électrique et de la charge électrique totale de la maison. L'aménagement d'une thermopompe air-air entièrement électrique ou d'une thermopompe terre-air ou eau-air exige habituellement une entrée de 200 ampères.

Systèmes de chauffage supplémentaire

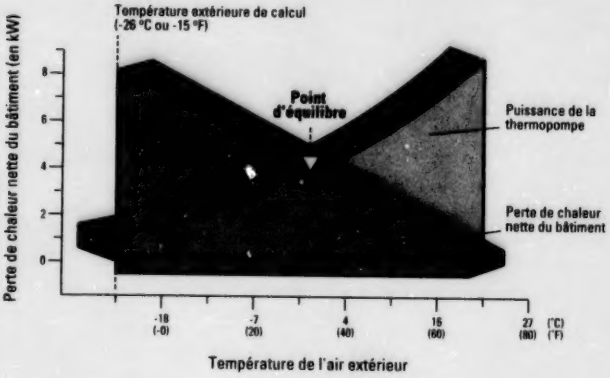
THERMOPOMPES À AIR

La plupart des thermopompes doivent être complétées par une installation de chauffage d'appoint. Les thermopompes à air sont habituellement réglées de façon à s'arrêter lorsqu'elles atteignent leur point d'équilibre thermique ou économique. Elles peuvent aussi nécessiter un surplus de chaleur (aussi appelé chaleur d'appoint ou chaleur auxiliaire) pendant le cycle de dégivrage.

Ce surplus de chaleur peut provenir de n'importe quel genre de système de chauffage dont le fonctionnement peut être commandé par le thermostat de la thermopompe. La plupart des systèmes de chauffage d'appoint sont des systèmes centraux au mazout, au gaz ou à l'électricité, mais bon nombre de pompes géothermiques récemment mises sur le marché comprennent des dispositifs de chauffage des conduites qui fournissent la chaleur auxiliaire nécessaire.

La **figure 15** illustre le point d'équilibre thermique d'une thermopompe à air typique. À droite de ce point, la thermopompe peut répondre à tous les besoins de chauffage de la maison. À gauche, les pertes de chaleur de la maison sont supérieures à la puissance de la thermopompe et il faut avoir recours à une source de chaleur d'appoint.

Figure 15 : Point d'équilibre d'une thermopompe à air typique



La partie ombrée du schéma illustre le double mode de fonctionnement de la thermopompe. Lorsque la température extérieure *ne restreint pas* le fonctionnement de la thermopompe, celle-ci répond aux besoins de chauffage primaire chaque fois que le thermostat déclenche la production de chaleur (voir la section suivante sur les thermostats). Lorsqu'il y a demande de chaleur secondaire, la thermopompe cesse de fonctionner si elle sert d'appareil d'appoint. Elle continue toutefois à fonctionner si elle est entièrement électrique; dans l'un ou l'autre cas, le système de chauffage supplémentaire fournit la chaleur demandée jusqu'à ce que tous les besoins de chaleur aient été comblés.

Lorsque la température extérieure *restreint* le fonctionnement de la thermopompe, une sonde de température extérieure arrête la thermopompe dès que la température tombe au-dessous du seuil préétabli. Seul le système de chauffage supplémentaire fonctionne lorsque la température chute sous ce point. La sonde est habituellement réglée pour arrêter la thermopompe à la température qui correspond au point d'équilibre économique, ou à la température extérieure au-dessous de laquelle il est plus rentable de chauffer au moyen du système d'appoint.

POMPES GÉOTHERMIQUES
Le fonctionnement des pompes géothermiques est indépendant de la température extérieure. Le système de chauffage d'appoint ne fournit que la quantité de chaleur requise au-delà de la puissance nominale de la pompe.

Thermostats classiques

La plupart des thermopompes de maison sont munies d'un thermostat intérieur à deux niveaux de chauffage et à un niveau de refroidissement. Le niveau primaire commande le fonctionnement de la thermopompe lorsque la température tombe au-dessous du seuil préétabli. Le niveau secondaire fait démarrer le système de chauffage supplémentaire lorsque la température intérieure continue de descendre au-dessous du degré de température recherché.

Le type le plus courant de thermostat est celui qui exige un réglage unique. Avant de régler le thermostat, l'installateur vous demande à quelle température la thermopompe doit commencer à fonctionner en mode chauffage. Une fois le thermostat réglé, vous n'avez plus à vous en préoccuper : celui-ci assure automatiquement la commutation du mode chauffage au mode refroidissement, et inversement. On utilise deux types de thermostats extérieurs pour les thermopompes de maison. Le premier régit le fonctionnement du système de chauffage supplémentaire à résistances électriques. Il s'agit du même type de thermostat dont sont pourvus les systèmes de chauffage électriques. Ce thermostat fait démarrer différents radiateurs à mesure que la température extérieure s'abaisse. De la sorte, le système fournit exactement la chaleur d'appoint requise par les conditions extérieures; vous tirez ainsi un rendement maximal de votre installation et vous économisez de l'argent. L'autre type de thermostat interrompt simplement le fonctionnement de la thermopompe à air lorsque la température extérieure chute au-dessous du seuil préétabli.

Il se peut que la réduction de température du thermostat de la thermopompe ne procure pas les mêmes avantages que dans le cas d'un système de chauffage classique. Selon le nombre de degrés dont on abaisse le thermostat et la baisse réelle de température, il peut arriver que la thermopompe ne suffise pas à fournir la quantité de chaleur nécessaire pour assurer le réchauffement voulu assez rapidement. Le système

de chauffage supplémentaire peut parfois se mettre en marche jusqu'à ce que la thermopompe ait produit assez de chaleur, et réduire ainsi les économies que vous espériez faire en installant une thermopompe.

Thermostats électroniques

La plupart des fabricants de thermopompes et de leurs représentants offrent aujourd'hui des thermostats programmables. Contrairement aux thermostats classiques, ces appareils permettent une réduction des frais d'énergie en abaissant la température pendant la nuit ou lorsque les locaux ne sont pas occupés. Le fonctionnement varie d'un fabricant à l'autre, mais le principe est que le système rétablit la température désirée, sans aucune chaleur d'appoint ou à l'aide d'un apport minimal. Si vous êtes habitué aux baisses de température et à la programmation des thermostats, il peut s'agir d'un investissement profitable. Voici d'autres avantages qu'offrent certains thermostats électroniques :

- Commande programmable qui permet de sélectionner le mode automatique de la thermopompe ou de faire fonctionner seulement le ventilateur, selon l'heure du jour et le jour de la semaine.
- Meilleur contrôle de la température par rapport aux thermostats classiques.
- Il n'est plus nécessaire de posséder un thermostat extérieur, puisque le thermostat électronique déclenche la production de chaleur d'appoint seulement au besoin.
- Élimine le besoin d'une commande thermostatique extérieure pour les thermopompes d'appoint.

Dans la plupart des endroits au Canada, il est possible de réaliser des économies de l'ordre de 10 p. 100 en programmant une période de réduction de la température de huit heures par jour. Deux périodes de huit heures par jour peuvent se traduire par des économies de 15 à 20 p. 100.

Réseau de distribution de la chaleur

Les thermopompes doivent être assorties d'un réseau de distribution convenant à un débit de 50 à 60 litres par seconde (L/s) par kW, ou de 400 à 450 pieds cubes par minute

(pi³/min) par tonne de puissance frigorifique. Ce débit est d'environ 20 à 30 p. 100 supérieur à celui qu'exige un système central à air pulsé. Toute diminution du débit d'air diminue le rendement et, si elle est prononcée et prolongée, elle peut causer de graves dommages au compresseur.

Les nouvelles thermopompes doivent être conçues selon des principes reconnus. Dans le cas d'une installation d'appoint ou d'une conversion, il faut examiner soigneusement le réseau de conduites en place pour s'assurer qu'il convient.

RÉPONSES À QUELQUES QUESTIONS COURANTES

On me dit que les thermopompes sont très bruyantes. Est-il possible d'en acheter une qui soit assez silencieuse pour ne pas me déranger ni indisposer mes voisins ?

Oui. Bien qu'il n'existe aucune norme régissant le niveau de bruit acceptable, le fabricant fournit d'ordinaire ces renseignements dans le livret qui accompagne l'appareil. Le niveau de bruit s'exprime en bels; plus le nombre de bels augmente, plus l'appareil est bruyant. Il est utile de se rappeler en outre que le bruit produit par ce type d'appareil ne doit pas dépasser les niveaux prescrits par les règlements municipaux. En prenant soin de l'installation, on en réduira aussi le niveau de bruit, tant pour son propriétaire que pur les voisins.

Comment trouver un bon entrepreneur de qui acheter une thermopompe ?

Le choix d'un entrepreneur sérieux joue un rôle de premier plan lorsque vous décidez d'acheter ou de modifier votre système de chauffage. Les conseils suivants vous aideront à choisir un bon fournisseur.

- Assurez-vous que l'entrepreneur a la compétence voulue pour installer et entretenir le matériel.

- L'entrepreneur doit calculer la charge de chauffage et de refroidissement de votre maison. Il doit également être en mesure de vous fournir les explications nécessaires à ce sujet.

- L'entrepreneur doit veiller à ce que le réseau de conduites puisse assurer un débit d'air suffisant et bien distribuer l'air dans toutes les parties de la maison. Lorsque la thermopompe doit servir de système d'appoint, l'entrepreneur doit examiner les conduites en place afin de vérifier si elles conviennent; il se peut que la thermopompe exige un débit d'air supérieur à celui pour lequel le réseau a été conçu.
- Dans les cas où la thermopompe sert d'appareil d'appoint, l'entrepreneur doit aussi s'assurer que le système de chauffage central, les commandes et la cheminée sont en bon état.
- L'entrepreneur doit voir à ce que l'installation électrique soit assez puissante pour supporter l'augmentation de charge occasionnée par la thermopompe.
- L'entrepreneur doit être disposé à vous fournir toute l'information pertinente sur l'appareil, son fonctionnement et les garanties dont il fait l'objet. Il devrait également vous offrir un contrat d'entretien et être disposé à garantir le travail d'installation.

De plus, prenez les précautions usuelles au moment de choisir un entrepreneur : consultez parents et amis afin d'obtenir des références, demandez à au moins deux entreprises d'établir des soumissions fermes par écrit; vérifiez auprès de clients de ces entrepreneurs s'ils sont satisfaits du matériel, de l'installation et du service qu'ils ont reçus; enfin, adressez-vous au Bureau d'éthique commerciale pour savoir s'il y a des demandes de règlement mettant en cause l'entrepreneur avec lequel vous envisagez de faire affaire. Si vous avez arrêté votre choix sur une marque d'appareil en particulier, le fabricant peut recommander un entrepreneur de votre région.

On m'a dit qu'étant donné les rigueurs de l'hiver canadien, on peut avoir des ennuis avec le compresseur s'il est installé dehors. Cela a-t-il des conséquences pour le rendement et la durabilité de la thermopompe ?

Des études ont démontré que les thermopompes à air durent moins longtemps dans les régions septentrionales que dans les régions méridionales. Le climat influe sur la durée de fonctionnement de l'appareil et, au Canada, le mode de fonctionnement principal est le cycle de chauffage. Ce cycle

est particulièrement dur pour la thermopompe. Toutefois, ces mêmes études indiquent que la compétence de l'installateur et la régularité de l'entretien peuvent avoir un effet tout aussi important, sinon plus grand, sur la durée utile de l'appareil.

Par ailleurs, d'autres études ont montré que, dans la plupart des cas, le compresseur ne doit être changé qu'une seule fois pendant toute la durée utile de l'installation.

Existe-t-il des règlements municipaux sur l'utilisation des thermopompes ?

Certaines municipalités ont établi des règlements précisant la distance minimale devant séparer la thermopompe de la limite du terrain et exigeant que le bruit qui se dégage de l'appareil soit inférieur à 45 décibels (niveau de conversation ordinaire). Vérifiez auprès des autorités de votre municipalité afin de savoir si vous devez vous conformer à des règlements de ce genre ou s'il existe d'autres exigences auxquelles vous devez satisfaire.

Votre service public d'électricité peut vous fournir des conseil technique ainsi que des publications sur les thermopompes.

Vous pouvez aussi communiquer avec l'organisation suivante pour les renseignements sur les pompes géothermique :

Association canadienne de l'énergie du sol
130, rue Slater, pièce 605
Ottawa (Ontario)
K1P 6E2
(613) 230-2332
1 800 665-2332
Télécopieur : (613) 237-1480

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

COMMANDEZ LES PUBLICATIONS GRATUITES DE L'OEE

L'Office de l'efficacité énergétique (OEE) de Ressources naturelles Canada offre de nombreuses publications qui vous aideront à mieux comprendre les systèmes de chauffage résidentiels, la consommation d'énergie à la maison, ainsi que l'efficacité énergétique sur la route. Ces publications vous indiquent les mesures que vous pouvez prendre pour réduire votre facture énergétique tout en augmentant votre confort et en protégeant l'environnement.

ÉNERGUIDE POUR LA RÉNOVATION DE VOTRE MAISON

Le guide *Emprisonnons la chaleur* traite de tous les aspects de l'isolation thermique d'une maison et des mesures visant à la rendre plus étanche. Que vous songiez à faire ce travail vous-même ou à le confier à un entrepreneur, cette publication de 134 pages peut vous faciliter la tâche. Des fiches sont aussi disponibles sur la réduction des fuites d'air, l'amélioration de l'efficacité énergétique des fenêtres et les problèmes d'humidité. Avant d'entreprendre vos travaux, envisagez de procéder à une évaluation ÉnerGuide pour les maisons afin d'obtenir l'avis d'un expert impartial. Nos téléphonistes peuvent vous mettre en contact avec un conseiller de votre région.

ÉNERGUIDE POUR LA CLIMATISATION ET LE CHAUFFAGE RÉSIDENTIEL

Si vous avez besoin de renseignements sur une source d'énergie en particulier, l'OEE offre des publications sur le chauffage à l'électricité, au gaz, au mazout, au bois ou à l'aide d'une thermopompe. D'autres publications sur les ventilateurs-récupérateurs de chaleur, les foyers au bois, les foyers à gaz, la climatisation des maisons et la comparaison des coûts de chauffage sont aussi disponibles.

ÉnerGuide pour le choix des produits les plus éconergétiques

Les guides du consommateur de l'OEE peuvent vous aider à prendre des décisions judicieuses quant à l'achat de matériel de bureau, d'appareils ménagers, de produits d'éclairage, ou de portes et de fenêtres.

L'étiquette ÉnerGuide, qui est apposée sur tous les nouveaux modèles de gros appareils électroménagers et de climatiseurs individuels, vous aide à choisir les modèles les plus éconergétiques. Les répertoires annuels de l'OEE énumèrent les cotes ÉnerGuide des gros appareils ménagers et des climatiseurs individuels.

La maison idéale

Les maisons R-2000 sont les mieux construites et les plus confortables au Canada. En outre, elles consomment jusqu'à 50 p. 100 moins d'énergie que les maisons ordinaires. Un système perfectionné de chauffage, une isolation supérieure et un système de ventilation qui distribue l'air frais dans toutes les pièces de la maison sont au nombre de leurs principales caractéristiques. Des vérifications de la qualité sont effectuées tout au long des travaux de construction afin d'assurer qu'à la fin des travaux les maisons R-2000 respectent les exigences établies en matière d'efficacité énergétique.

Achat, conduite et entretien de votre véhicule

Pour obtenir de l'information sur la consommation de carburant d'un véhicule, consultez l'étiquette ÉnerGuide qui est apposée sur tous les nouveaux modèles de véhicule, fourgonnette et camion léger vendus au Canada. L'étiquette vous aide à comparer les différentes cotes de consommation des véhicules pour la conduite en ville et sur la grande route ainsi que les coûts de carburant annuels estimatifs.
Vous pouvez également consulter le *Guide de consommation de carburant*, publié annuellement, qui fournit cette même information pour tous les types de véhicules. En outre, un prix ÉnerGuide est décerné aux véhicules ayant la plus faible consommation de carburant dans différentes catégories.

Le carnet *Calculateur des économies au volant* de l'OEE vous aide à déterminer la consommation de carburant et les économies.

Le *Guide du bon Sens au volant* de l'OEE fournit de l'information détaillée sur l'efficacité énergétique et offre des conseils sur l'achat, la conduite et l'entretien des véhicules.

Pour recevoir gratuitement l'une de ces publications, veuillez écrire ou téléphoner à :

Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
a/s DLS
Ottawa ON K1A 0S7
Télécopieur : (819) 994-1498
Numéro sans frais : 1 800 387-2000
Dans la région de la capitale nationale,
composez le 995-2943.

Prévoir trois semaines pour la livraison.

Pour commander ou visualiser certaines de ces publications en direct, visitez la Bibliothèque virtuelle de publications Éconergie de l'OEE à http://oee.rncan.gc.ca/infosource.